



# **MAATALOUDEN TUOTANTORAKENNUSTEN MALLINTAMINEN REVIT ARCHITECTURE –OHJELMALLA**

**Opinnäytetyö**

**Tuomas Pasanen**

**Rakennustekniikan koulutusohjelma**

Hyväksytty \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

|  |                                 |           |
|--|---------------------------------|-----------|
| SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU   TEKNIikka KUOPIO  |                                 |           |
| Koulutusohjelma  |                                 |           |
| Rakennustekniikan koulutusohjelma  |                                 |           |
| Tekijä   |                                 |           |
| Tuomas Pasanen   |                                 |           |
| Työn nimi  |                                 |           |
| Maatalouden tuotantorakennusten mallintaminen Revit architecture 2011 -ohjelmalla  |                                 |           |
| Työn laji  | Päiväys                         | Sivumäärä |
| Insinöörityö   | 16.1.2011                       | 50+8      |
| Työn valvoja   | Yrityksen yhdyshenkilö          |           |
| Lehtori Ville Kuusela  | Rakennusinsinööri Tapio Pasanen |           |
| Yritys   |                                 |           |
| ProAgria Pohjois-Savo  |                                 |           |
| Tiivistelmä  |                                 |           |
| <p>Tämän insinöörityön tavoitteena oli laatia ohjeita ProAgria Pohjois-Savon rakennustoimistolle Revit architecture 2011 –ohjelman käyttöön, erityisesti maatalouden tuotantorakennusten suunnittelussa. ProAgrian rakennustoimistolla on pitkä kokemus erikoisosaamista vaativista maaseudun rakennussuunnittelukohteista. Insinöörityössä tarkasteltiin maatilarakennusten suunnittelussa tarvittavien rakennusosien mallintamista. Revit Architecturen yksinkertaisimpia mallinnustyökaluja ei työssä juuri käsitelty, koska niihin on olemassa ohjeita. Paljon korkeuseroja sisältävät alapohjat, kehärakenteet ja erityyppiset aukot olivat työssä tarkemman tarkastelun kohteena. Maatilarakennuksissa on paljon erilaisia kalusteita ja varusteita, kuten siilot ja parret, joiden mallintamista työssä myös käsiteltiin. Työssä käsiteltiin lisäksi Revit Architecturella laadittavien mallien ja piirustusten viimeistelyä sekä kartta-pohjan käyttöä maastomallia tehtäessä.</p> <p>Työn tuloksena on laadittu ohjekirja, jossa käydään vaiheittain läpi erilaisten maatalouden tuotantorakennuksissa käytettyjen rakennusosien mallintaminen. Insinöörityötä tehdessä havaittiin, että Revit soveltuu hyvin maatalouden tuotantorakennusten mallintamiseen.</p> |                                 |           |
| Avainsanat   |                                 |           |
| Revit architecture 2011, mallintaminen   |                                 |           |
| Luottamuksellisuus   |                                 |           |
| julkinen   |                                 |           |

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
| <b>SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b><br>Degree Programme<br><b>Construction Engineering</b>   |  |                      |
| Author<br><b>Tuomas Pasanen</b>  |  |                      |
| Title of Project<br><b>Modelling Farm Buildings with Revit Architecture 2011</b>   |  |                      |
| Type of Project<br><b>Final Project</b>  | Date<br><b>January 16, 2011</b>                                      | Pages<br><b>50+8</b> |
| Academic Supervisor<br><b>Mr Ville Kuusela, Lecturer</b>   | Company Supervisor<br><b>Mr Tapio Pasanen, Construction Engineer</b> |                      |
| Company<br><b>ProAgria Pohjois-Savo</b>  |  |                      |
| Abstract<br><br><p>The purpose of this thesis was to draw up an instruction book for using the Revit Architecture 2011 program in modelling the farm buildings of agriculture. This final project was commissioned by ProAgria. ProAgria has a long experience of the planning of farm buildings of agriculture.</p> <p>In the work the modelling of the building parts needed in the planning of the farm buildings of agriculture was examined. The simplest modeling tools were not included in the work because the instructions for them already existed. The complex base floors, frame structures and openings were the subject of the examination. The finishing of the models and drawings and the use of the map when making a terrain model was also dealt with.</p> <p>When doing this thesis, it was noticed that the Revit program is a suitable program for planning of farm buildings. The instruction book, which processes the modelling of farm buildings, was created as a result of the work.</p> |  |                      |
| Keywords<br><b>Revit Architecture 2011, Modeling</b>   |  |                      |
| Confidentiality<br><b>public</b>   |  |                      |

## ALKUSANAT

Ensiksi haluan kiittää ProAgria Pohjois-Savoaa saamastani insinöörityön aiheesta ja ohjeistuksesta työn aikana. Erityiskiitos Tapio Pasaselle.

Kiitos myös lehtori Ville Kuuselalle ja tuntiopettaja Jarna Aromaa-Laamaselle työni ohjauksesta.

Kuopiossa 16.1.2011

Tuomas Pasanen

## SISÄLLYS

|  |    |
|--|----|
| Käsitteitä .....   | 7  |
| 1 JOHDANTO .....   | 9  |
| 2 YLEISTÄ TIETOMALLINTAMISESTA JA MAATALOUDEN<br>TUOTANTORAKENNUKSISTA ..... | 10 |
| 2.1 Tietomallintaminen.....  | 10 |
| 2.2 Yleistä maatalouden tuotantorakennusten suunnittelusta.....              | 11 |
| 2.3 3D -suunnittelun historia maatilarakentamisessa .....                    | 13 |
| 2.4 Talo 2000 –järjestelmä .....   | 13 |
| 3 TYÖN TOTEUTUS .....  | 14 |
| 4 TYÖ.....   | 16 |
| 4.1 Maaston mallinnus työkalut .....   | 16 |
| 4.1.1 Karttapohjan tuominen Revittiin .....                                  | 16 |
| 4.1.2 Maastomallin tekeminen .....   | 16 |
| 4.1.3 Maan pintamateriaalien määrittäminen .....                             | 18 |
| 4.2 Alapohjan mallintaminen.....   | 19 |
| 4.2.1 Alapohja venyttämällä .....  | 19 |
| 4.2.2 Alapohja floor-toiminnolla .....                                       | 21 |
| 4.2.3 Alapohja ramp –toiminnolla .....                                       | 22 |
| 4.2.4 Alapohja viivapiirrolla .....  | 23 |
| 4.3 Kehien mallintaminen .....   | 23 |
| 4.3.1 Kehä <i>extrusion</i> –työkalulla .....                                | 24 |
| 4.4 Seinät .....   | 26 |
| 4.4.1 Teräsbetonielementtiseinän mallintaminen .....                         | 26 |
| 4.4.2 Rakolautaseinän mallintaminen .....                                    | 28 |
| 4.5 Ikkunat ja ovet.....   | 30 |
| 4.5.1 Kennolevyikkunan mallintaminen .....                                   | 30 |
| 4.5.2 Liukuoven mallintaminen.....   | 32 |
| 4.5.3 Ikkunoiden ja ovien vuorilaudat.....                                   | 33 |
| 4.6 Tilaosat ja varusteet.....   | 34 |
| 4.6.1 3D –objektin tuonti revit –ohjelmaan .....                             | 34 |
| 4.6.2 Parrenerottimen mallinnus .....  | 36 |
| 4.6.3 Lantaritilän mallintaminen.....  | 37 |
| 4.6.4 Suorien kaiteiden mallintaminen .....                                  | 38 |
| 4.6.5 Siilon mallintaminen .....   | 42 |
| 4.7 Aukkojen mallinnus.....  | 43 |

|       |                                |    |
|-------|--------------------------------|----|
| 4.7.1 | Aukko kattoon .....            | 43 |
| 4.7.2 | Aukko seinään.....             | 45 |
| 4.8   | Piirustusten viimeistely ..... | 45 |
| 4.8.1 | Eristeet .....                 | 45 |
| 4.8.2 | Peittämistyökalut .....        | 46 |
| 4.8.3 | Familyn tekeminen .....        | 47 |
| 5     | YHTEENVETO .....               | 48 |
|       | Lähteet.....                   | 49 |
|       | Liitteet .....                 | 50 |

## Käsitteitä

Alla on lueteltu tärkeimpiä työssä käytettyjä käsitteitä.

Siilo: Maataloudessa käytetään rehun ja viljan säilömiseen (Kuva 2. s.4).

Niskapuomi: Niskapuomi on parren yläosassa oleva vaakaputki, joka ohjaa eläintä olemaan parressa oikeassa paikassa. Niskapuomi ohjaa eläimen riittävän taakse, jotta parsi pysyy puhtaana. (Kuva 1. s.4).

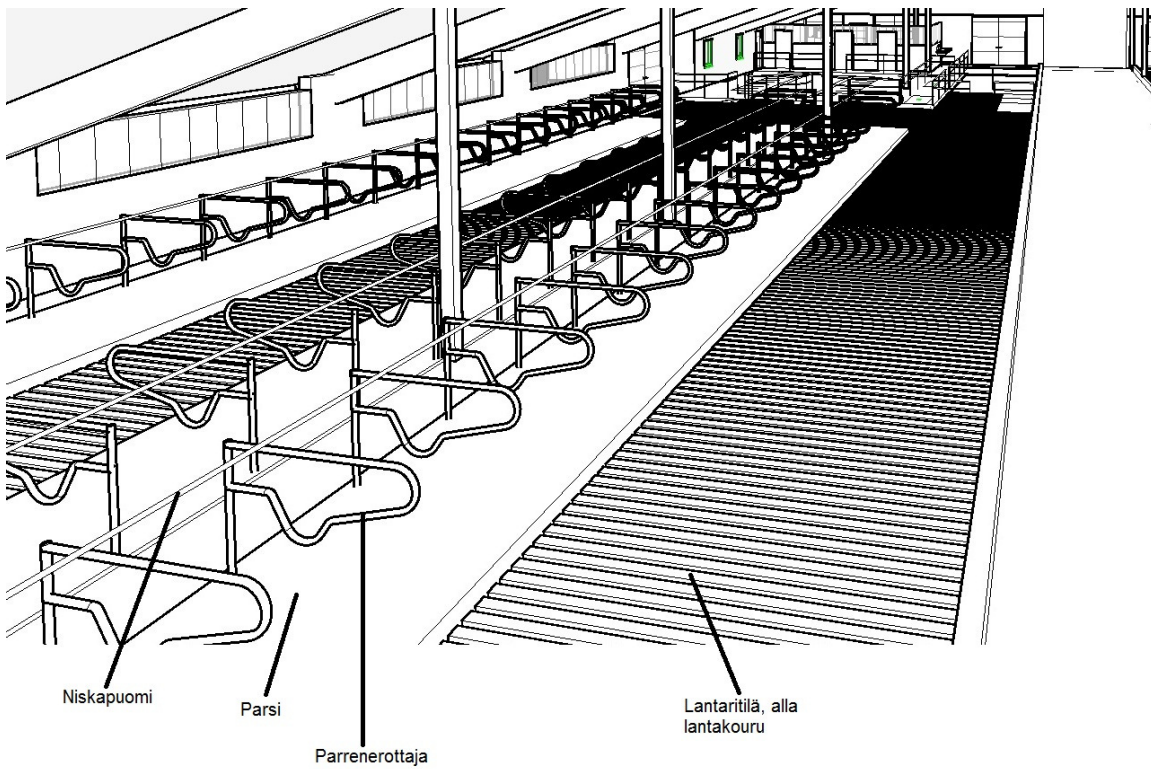
Parsi: Parsi on paikka, jossa nautaeläimet oleskelevat pihatossa ja parsinavetassa. Kussakin parressa on vain yksi nauta ja parret on erotettu toisistaan yleensä metallisella putkiesteellä. (Kuva 1)

Parrenerotin: Parsien välissä oleva este. (Kuva 1)

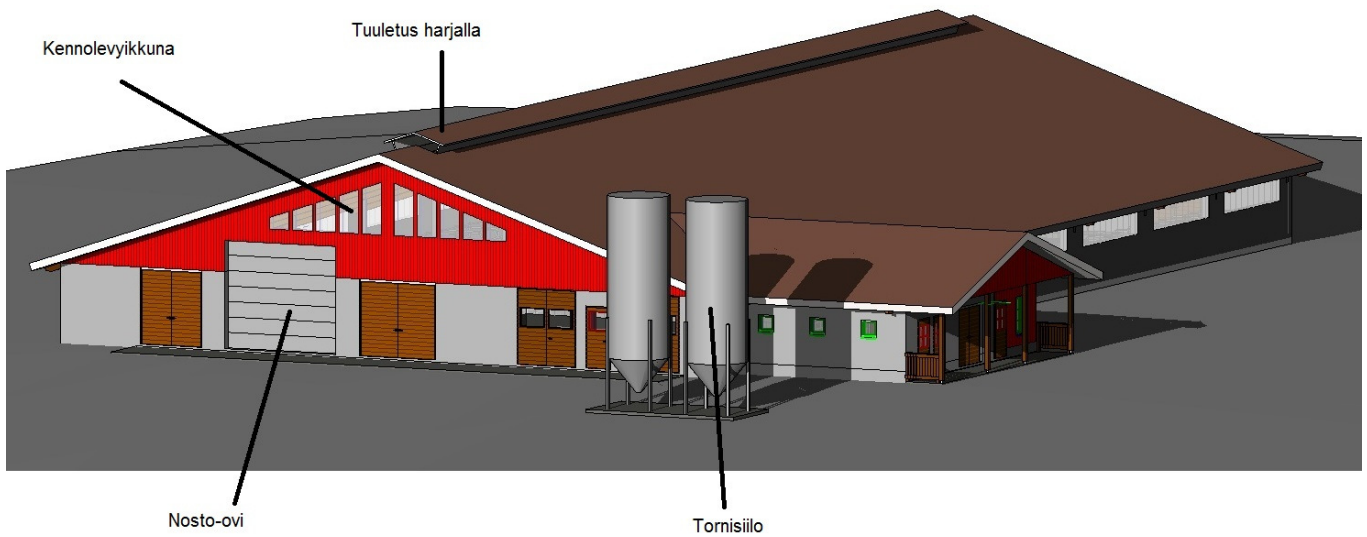
Lantaritilä: Alapohjassa oleva ritilä, jonka raoista lanta menee lantakouruun. (Kuva 1)

Näkymä: Tarkoittaa Revit ohjelmiston työnäkymiä, kuten esimerkiksi julkisivunäkymä tai leikkausnäkökuva.

Pihatto: Karjarakennus, jossa karja ei ole kytkettynä parsiin vaan kulkevat vapaasti.



Kuva 1. Näkymä Revitillä mallinnetun pihaton sisältä



Kuva 2. Revitillä mallinnetun pihaton rakennusosia



# 1 JOHDANTO

Insinööritö tehdään ProAgria Pohjois-Savon rakennustoimistolle. ProAgria tarjoaa rakennussuunnittelupalveluja, joiden lähtökohtana ovat pitkäaikainen kokemus ja vahva maaseutuyrittämisen tuntemus. Asiantuntemus kattaa sekä perusmaalouden että uudet elinkeinot ja yritystoiminnan. ProAgrian rakennussuunnittelupalveluihin kuuluvat asuinrakennussuunnitelmat, tuotantorakennussuunnitelmat, teollisuushallit, rakennuspiirustukset sekä rakennusaikainen neuvonta ja valvonta./1./

ProAgria Pohjois-Savon rakennustoimisto on siirtymässä perinteisestä CAD-piirtämisestä 3D-mallinnukseen. Siirtymiseen vaikuttaa mallinnuksen tarjoama työskentelytehokkuus ja havainnollistamisen helppous. Tämän insinööritön tavoitteena on mallintaa Revit Architecture 2011 -ohjelmalla maalouden tuotantorakennuksia ja laatia ohjeita Revitin keskeisimmistä toiminnoista.

Revit-ohjelmaan on olemassa ohjekirjoja, jotka käsittelevät ohjelman perusominaisuuksia, kuten seinien, suorien alapohjien tai katon mallintaminen. Insinööritössä käsitellään Revitin toimintoja, jotka helpottavat maalouden tuotantorakennusten mallintamista.

Työn tuloksena syntyi ohjeita Revitin käyttöön maalouden tuotantorakennusten mallintamisessa. Ohjeet on havainnollistettu kuvin ja toiminnot selitetty tekstillä.

## 2 YLEISTÄ TIETOMALLINTAMISESTA JA MAATALOUDEN TUOTANTORAKENNUKSISTA

Tässä luvussa on kerrottu tietomallintamisesta ja maatalouden tuotantorakennuksista ja niiden suunnittelusta.

### 2.1 Tietomallintaminen

Tietomallinnus on tietokoneella tapahtuvaa rakennussuunnittelua, jossa rakennuksen ja koko rakennusprosessin elinkaaren aikaisia tietoja käsitellään kokonaisuutena. Tietomallinnus on standardisoitu mallinnustapa, eli mallinnetut rakennusosat sisältävät yhteisesti sovittua tietoa omista ominaisuuksistaan. Perinteisessä suunnittelutavassa muodostettiin viivoja ja muita graafisia elementtejä, joista muodostui rakennussuunnitelma. Perinteiset 2D-piirustukset eivät itsessään sisällä tietoa, vaan ryhmiteltyjä piirustusobjekteja, jotka ihminen tulkitsee tietosisällöksi. Tietomallissa puolestaan tehdään rakennuksesta kolmiulotteinen malli digitaaliseen muotoon. Tietomalli sisältää tietoa rakennuksesta, rakennusprosessista ja rakennusosien ominaisuuksista. Tietomallista saatavista tiedoista on helppo muodostaa erilaisia kustannuslaskelmia, aikatauluja, energialaskelmia tai simulaatioita, jotka aikaisemmillä suunnittelutavoilla vaativat paljon esivalmisteluja, tiedon keruuta ja tietojen yhdistämistä. /2./

Tietomalleja käyttämällä on tarkoitus saavuttaa hyötyjä ja niiden käytöllä pyritään hallitsemaan kootusti rakennuksen vaatimukset, suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja ylläpito paremmin kuin vanhoilla menetelmillä. Todenmukaisten 3D-mallien keskeisimpiä etuja ovat suunnitelmien helppo havainnollistaminen, suunnittelun osa-alueiden parempi yhteensovittaminen ja laadukkaampi lopputulos. Erilaisten simulaatioiden, olosuhdetarkastelujen sekä virheettömyystarkastusten tekeminen on myös mahdollista tietomallin tarjoaman laajemman tietosisällön ansiosta. Tietomallin sisältämää tietoa voidaan käyttää sekä koko suunnittelu- ja rakennusprosessin ajan että rakennuksen käytön aikaisen elinkaaren ajan. Tietomallintaminen kehittyvä ja yleistyvä suunnittelukäytäntö. /2./

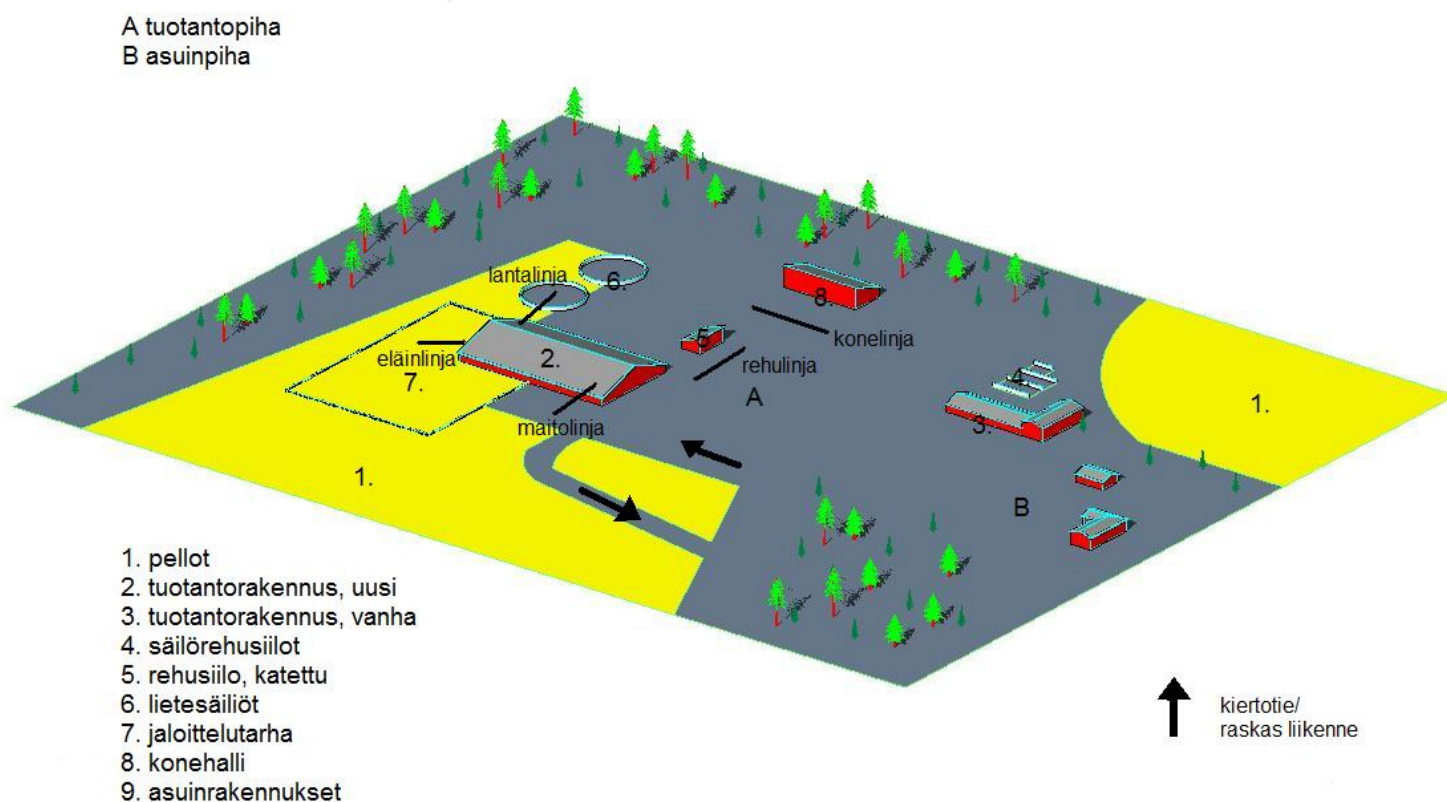
## 2.2 Yleistä maatalouden tuotantorakennusten suunnittelusta

Maatalouden tuotantorakennuksiksi luettavat rakennukset on koottu seuraavaan listaan maa- ja metsätalousministeriön asetuksesta ”*rakentamisinvestointien hyväksyttävät yksikkökustannukset*”.

- lypsykarjarakennus, pihatto ja parsinavetta
- lihakarjarakennus
- lihasikala
- emakkosikala
- hevostalli
- lampola tai vuohela
- siipikarjakasvattamo
- munituskanala
- turkistarhat
- kasvihuoneet
- kuivaamot
- lantavarastot
- lämpökeskukset
- varastorakennukset ja siilot

Investointituen piiriin kuulumattomia yleisiä maatarakennuksia ovat konehallit tai –korjaamot, kuljetusvälinesuojat ja muut sellaiset rakennukset, jotka eivät ole tuotannon kannalta välttämättömiä.

Maatalouden tuotantorakennuksen suunnittelun alkuvaiheessa täytyy huomiota kiinnittää maatilan logistiikkaan. Etenkin suuren rakennuksen sijoittaminen maatilan pihapiiriin voi olla toiminnallisesti vaativaa. Jos uusi rakennus on mahdollista sijoittaa erilleen vanhasta pihasta, saadaan tarvittavat kulkulinjat kohdalleen ja muodostettua erilliset asuin- ja tuotantopihat. Kokonaisuudesta saadaan toimiva, kun maatilan raskas liikenne, maito-, rehu-, eläin ja lantalinjat erotetaan selkeästi toisistaan. Toimivaan maatilaa saadaan lisättyä viihtyisyyttä suunnitteleamalla rakennus täydentämään maaseutumaisemaa ja tekemällä siisti pihapiiri istutuksineen. Kuvassa 3. on esimerkki toimivasta maatilan pihapiiristä.



Kuva 3. Maatilan logistiikka

Maatalouden tuotantorakennuksista etenkin eläintilojen suunnittelu on pitkä prosessi, jossa täytyy tarkastella rakennuksen kaikkia toiminnallisia osa-alueita, kuten ruokintaa, lannanpoistoa, ilmanvaihtoa, eläinliikennettä, osastointia ja nuorkarjatiloja, lypsämistä ja maidonkäsittelyä, työturvallisuutta, tautisuojausta, eläinten hoitoa, paloturvallisuutta, puhtaanapitoa ja valvontaa. Rakennussuunnittelun lisäksi on laskettava tulevan rakennuksen vaatima työvoiman, peltojen ja maitokiintiön tarve. Tilalla on myös laadittava hankkeen rahoituslaskelmat./3./

Maatilarakennuksen suunnittelussa on mukana useita eri asiantuntijoita, kuten rakennussuunnittelijoita, eläinlääkäreitä, tuottajia, laitetoimittajia ja viranomaisia. Suunnitteluvaiheessa ongelmaksi muodostuu kaikkien mielipiteiden kuuleminen ja huomioiminen. Suunnittelun alkuvaiheessa etenkin eläinlääkärin mielipide jää kuulematta./3./

”Tuotantorakennuksen suunnittelun alkuvaiheessa tulee kiinnittää huomiota siihen, että rakennushanke on eläinten ja ihmisten kannalta turvallinen ja terveellinen sekä tilan resursseihin nähden kustannustasoltaan tarkoituksenmukainen ja kannattava. Rakennuksen tulee myös sopia esteettisesti ympäristöönsä.” /4./

### 2.3 3D -suunnittelun historia maanrakentamisessa

Valtaosa maatalouden tuotantorakennusten suunnittelijoista suunnittelee vielä 2D cad –ohjelmilla, mutta siirtymävaihe on menossa. Suunnittelijoita alalla on melko vähän, koska oppilaitoksissa koulutus painottuu enemmän asuin- ja liikerakentamiseen kuin maanrakentamiseen. Suunnittelutoimistojen kiireestä joutuksen siirtyminen täysin uuteen suunnittelutapaan vie aikansa, koska vanha systeemi on vielä täysin toimiva. 3D –suunnittelun tarjoamia etujakaan ei välttämättä vielä tiedosteta. Suunnitteluvaatimusten tiukentuessa siirtyminen on kuitenkin väistämättä edessä.

*”Läpinäkyvä rakennussuunnittelu”* –nimellä kulkenut hanke oli käynnissä vielä vuonna 2007, mutta hanke kariutui. Hankkeen tarkoituksena oli toteuttaa internetissä toimiva ohjelma, jossa kaikki asiantuntijat pääsevät tutustumaan rakennussuunnitelmaan ja kommentoimaan sitä eri suunnitteluvaiheissa. Ohjelma olisi ollut kolmi- tai neliulotteinen, jolloin mukana olisi ollut myös aikataulu. /4./

### 2.4 Talo 2000 –järjestelmä

Tässä työssä käsiteltyjen rakennusosien mallintaminen on käyty läpi Talo 2000 hankenimikkeistön mukaan. Talo 2000 -nimikkeistö on kansallinen, rakennusalan yhteistyönä syntynyt nimikkeistöjärjestelmä. Se on rakentamisen tiedonvaihdon perusta hankkeen kaikkien osapuolien käyttöön.

”Talo 2000 -nimikkeistöä käytetään suunnitteluohjeiden, laatuvaatimuksien ja kustannus- ja menekkitiedostojen sekä määrälaskennan ja sopimusasiakirjojen vakiointiin ja yhdenmukaistamiseen. Rakennus kuvataan nimikkeistössä tuoterakenteina sekä rakennus- ja tekniikkaosina. Talo 2000 -nimikkeistö luokittelee rakennuksen ja hankkeen osanimikkeistöjen avulla. Nimikkeistössä on otettu huomioon rakennuksen osien erilaiset elinkaaret. Nimikkeistö tukee rakentamisen tietotekniikkaa, tuote- ja prosessimallinnusta./5./

Talo 2000 -nimikkeistöä laatii ja ylläpitää Talo 2000 -ryhmä, jossa ovat edustettuina kaikki rakentamisen osapuolet. Nimikkeistö on tarkoitettu kaikille rakennusalan toimiville – rakennuttajille, suunnittelijoille, urakoitsijoille, tarviketeollisuudelle ja rakennustuotekaupalle. Nimikkeistö soveltuu käytettäväksi myös kansainvälisissä hankkeissa. Talo 2000 -nimikkeistö on julkinen, ja sitä saa vapaasti käyttää opetuksessa, julkaisuissa, kehitystehtävissä ja tietojärjestelmissä.”/5./

### 3 TYÖN TOTEUTUS

Työssä käytettiin Revit Architecture 2011 –ohjelmaa. Insinöörityötä koottiin mallintamalla todellisia suunnittelukohteita. Materiaalia työhön saatiin neljästä erityyppisestä maalarakennuksesta, lypsykarjapihatto, emolehmäkasvattamo, luomukanala ja konehalli.

Työssä tutkimuskohteena on lypsykarjapihatto, kerrosalaltaan 1 380 m<sup>2</sup>, rakenteena pihatossa on betonielementtiseinät ja liimapuupalkit. Seinien yläosa on kennolevyikkunaa. Alapohja on tavanomainen lantakouruilla ja vinoilla makuuparsilla toteutettu. Rakennus on esitetty kuvassa 3.

Emolehmäkasvattamo on teräskehin toteutettu kylmä rakennus. Seinien alaosa on sokkelielementtiä ja yläosa rakolautaseinää. Toisella pitkällä sivulla seinän alaosa on täysin avoin ja yläosa rakolautaseinää. Rakennuksen päädyssä on lantala (kuva 4.).



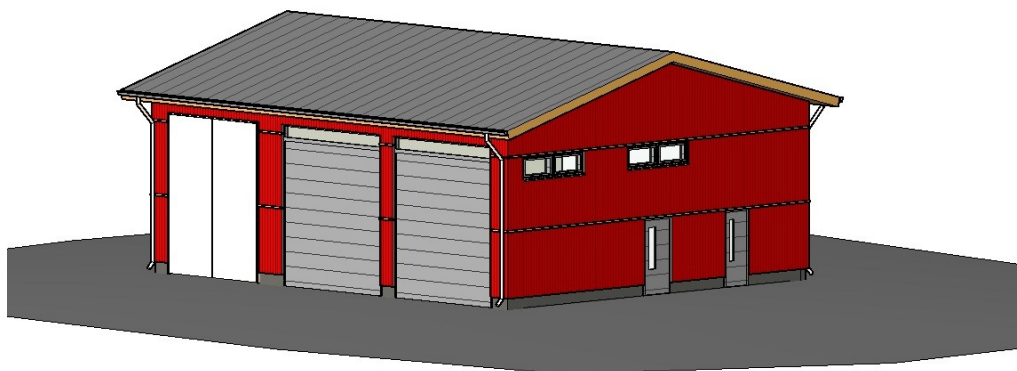
Kuva 4. Emolehmäkasvattamo, jota mallintamalla saatiin materiaalia työhön

Yksi suunnittelukohde, josta saatiin materiaalia työhön, on perinteinen puurakenteisin seinin ja puuristikoin toteutettu luomukanala, pinta-alaltaan 888 m<sup>2</sup>. Seinät ovat lämpimät, eristepaksuus 200 mm. Rakennuksen päädyssä on luomutuotemyymälä ja kylmiöitä (Kuva 5.).



Kuva 5. Työn toteutuksessa käytetty luomukanala

Kohteista yksinkertaisin on yhdistetty konehalli ja varasto, jossa konehallin puoli on lämmintila ja varasto kylmätilaa. Rakenteena hallissa on teräskehät ja kerosala on 158 m<sup>2</sup>. (Kuva 6.)



Kuva 6. Työn toteutuksessa käytetty halli.

## 4 TYÖ

### 4.1 Maaston mallinnus työkalut

Maatalouden tuotantorakennukset ovat pinta-alaltaan suuria, joten rakennuksen oikea sijoittaminen maastoon on tärkeää. Tällä tavoin voidaan maarakennustöiden kustannukset saada minimoitua. Revitin maastomallinnustyökalut antavat hyvän mahdollisuuden tarkastella erilaisia vaihtoehtoja rakennuksen sijoittumisesta maastoon. Maaseudulla eivät tiukat kaavamääräykset määrää rakennuksen lattiakorkoa tai sijoittumista, joten rakennuksen oikealla sijoittelulla voi säästää mittavia säästöjä.

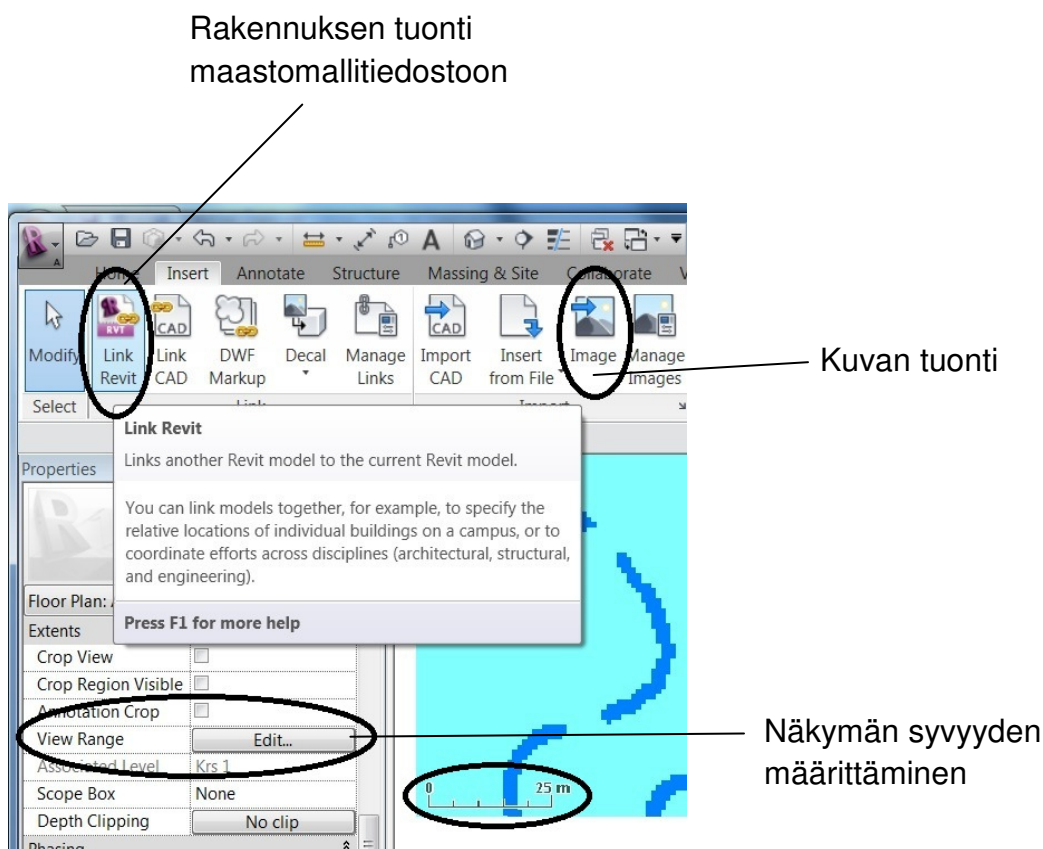
#### 4.1.1 Karttapohjan tuominen Revittiin

Maanmittauslaitoksen tarjoamasta *ammattilaisen karttapaikka* –palvelusta saa hyvän karttapohjan maastomallin tekemiseen. Karttapohjan käyttöön täytyy olla kopiointilupa. Maanmittauslaitoksen kartoissa pääkäyrät ovat 5 m käyrävälillä ja apukäyrät 2,5 m käyrävälillä, joten niillä saa jo kohtalaisen tarkan mallin aikaiseksi. Ammattilaisen karttapaikassa on myös saatavilla ilmakuvat, joista on myös hyvä tarkastella rakennuspaikkaa ja sen ympäristöä. Karttapohja tallennetaan kuvatiedostoksi, ja se tuodaan Revitiin *insert*-valikosta löytyvällä *image*-toiminnolla (Kuva 7.). Kartta kannattaa tuoda asemapiirros näkymään, koska maastomallia tehtäessä muodostuu samalla asemapiirros. Kartta ei tule revitiin mittakaavassa, joten se täytyy ensimmäisenä skaalata kartasta löytyvän mittaviivan mukaan oikeaan mittakaavaan. Kun kartta on paikallaan oikeassa mittakaavassa, se lukitaan paikoilleen *modify*-valikosta löytyvällä *pin*-toiminnolla. Lukitseminen tapahtuu valitsemalla ensin kuva, ja painamalla sitten *pin*-painiketta. *Pin*-toiminnolla voi lukita kaikki tarvittavat rakennuksenkin osat paikoilleen.

#### 4.1.2 Maastomallin tekeminen

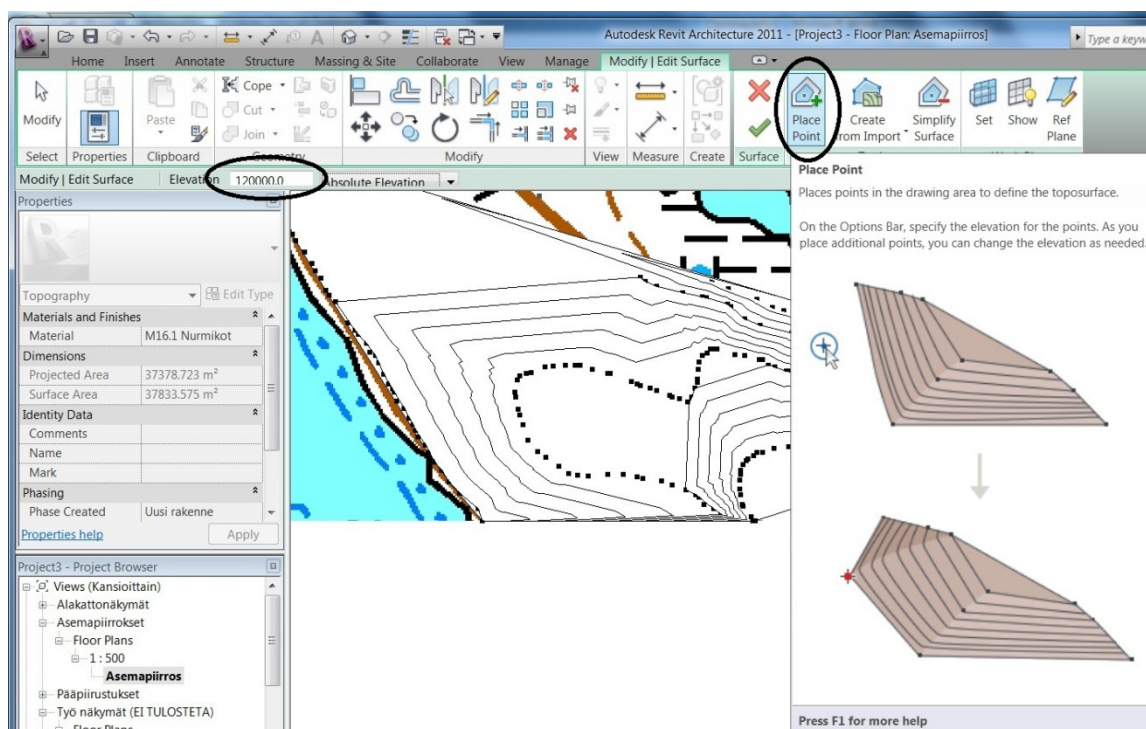
Maastomalli tehdään omaan tiedostoon ja rakennus linkitetään *link revit*-toiminnolla maastomallitiedostoon. Linkitettäessä on rakennuksen siirtely helppoa. Jos tehtäisiin maastomalli samaan tiedostoon kuin rakennus, täytyisi maastoa siirrellä ja muokkailla rakennuksen pysyessä paikallaan. Tällöin maastomallin tekeminen on paljon työläämpää ja tiedoston koko kasvaa suureksi.





**Kuva 7. Rakennuksen linkittäminen toiseen tiedostoon. Kuvan tuominen projektiin ja näkymän syvyyden määrittäminen.**

Maastomallin tekeminen aloitetaan *massing&site*-valikosta löytyvällä *toposurface*-toiminnolla. Valikosta valitaan *place point*-toiminto, jolla saa määritettyä korkeuspisteitä (Kuva 8.). Työkalupalkissa on kohta *elevation*, johon laitetaan haluttu korko. Tämän jälkeen asetetaan korkeuspisteitä karttapohjassa näkyviä korkeuskäyriä pitkin. Käyrät kannattaa tehdä todellisten korkojen mukaan, jolloin korkeuskäyriin on nopea lisätä korkomerkintä. On muistettava, että *elevation*-kohtaan laitettava lukema on millimetrejä, eikä metrejä, joten Kuopion korkeudella korko voisi olla esimerkiksi 110 000 mm. Asemapiirros näkymässä näkymän korkeus on 100 000 mm, joten se täytyy käydä muuttamassa suuremmaksi, jotta luotu maasto näkyy. Muuttaminen tapahtuu asemapiirros näkymän *properties*-valikosta, kohdasta *view range*. Kohtaan *top* laitetaan riittävä korkeus, esimerkiksi 150 000 mm.



Kuva 8. Korkeuspisteiden lisääminen ja koron määrittäminen.

### 4.1.3 Maan pintamateriaalien määrittäminen

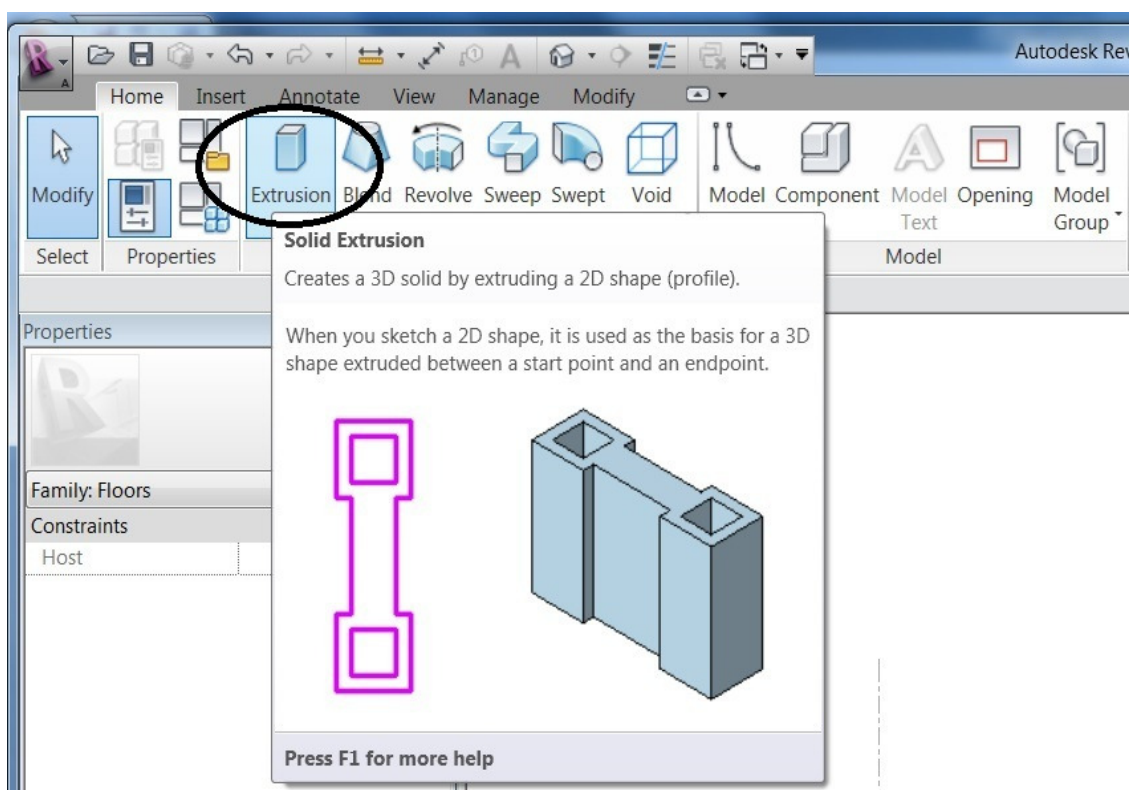
Jos maastomalliin tarvitsee lisätä esimerkiksi tie, lampi tai muu vastaava ympäröivästä maastosta poikkeava alue, tehdään se *massing&site*-valikosta löytyvällä *subregion*-työkalulla. *Subregionia* pystyy käyttämään missä tahansa tasokuvassa ja 3D-näkymässä. Alue piirretään työkalupalkista löytyvillä, normaaleilla viivapiirtotyökaluilla. Alueen materiaali määritetään *properties*-valikon kohdasta *material*.

## 4.2 Alapohjan mallintaminen

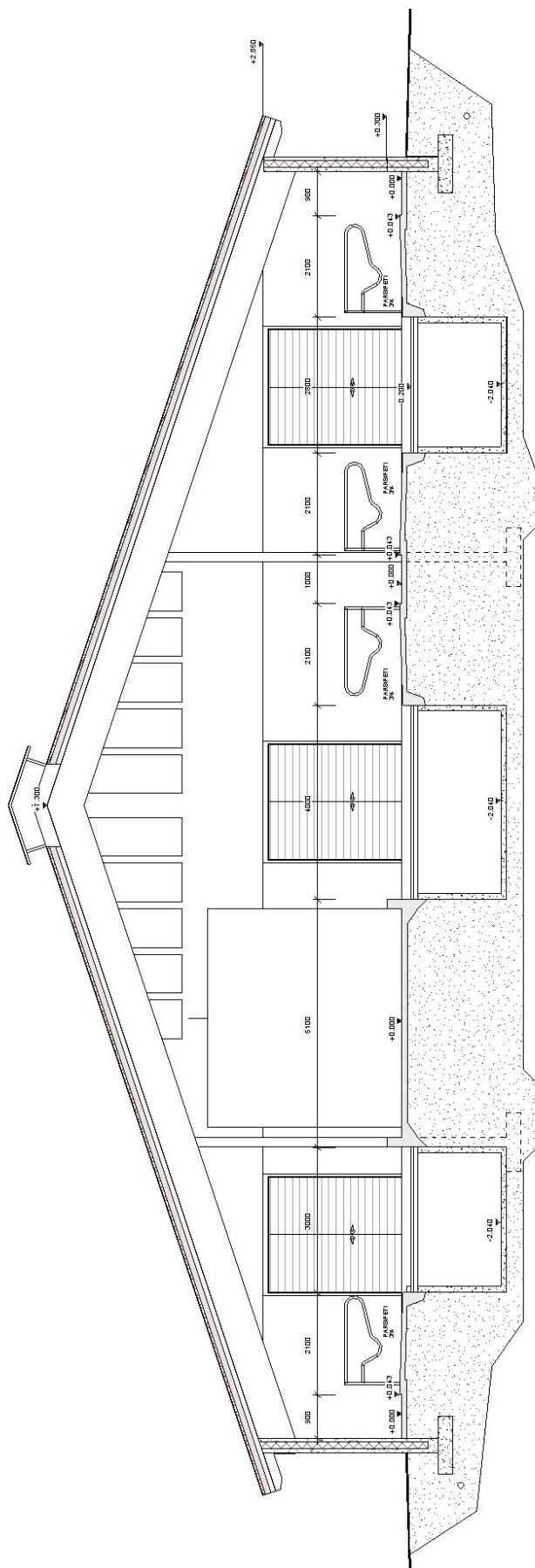
Maatalouden tuotantorakennusten alapohjissa on paljon korkojen vaihteluja ja vinoja lattiapintoja, joita aiheuttavat muun muassa lantakourut, parret, ruokintapöydät ja muut vastaavat rakennuksen toimivuuden kannalta merkittävät tekijät. Kuvassa 10. on havainnollistettu pihaton alapohjan rakenne leikkauspiirroksen avulla. Alapohjien mallintamiseen löytyy kolme vaihtoehtoa ja perinteinen viivapiirto leikkausnäkyssä on myös mahdollista.

### 4.2.1 Alapohja venyttämällä

Vaihtelevan alapohjan voi mallintaa *component*-toiminnon kohdasta *model in-place*, jolla pystyy mallintamaan vapaita muotoja. Valitessa *Model in-place* –toiminto näyttöön ilmestyy lista, josta täytyy valita oikea *family*-kategoria, joka alapohjalla on *floors*. Työkalurivistä valitaan *extrusion*-toiminto (kuva 9.), jossa piirretään alapohjan muoto tasoon viivapiirtona ja venytetään se määrätyn mitaiseksi. Alapohjaa mallinnettaessa piirretään alapohjan leikkausmuoto ja venytetään se.



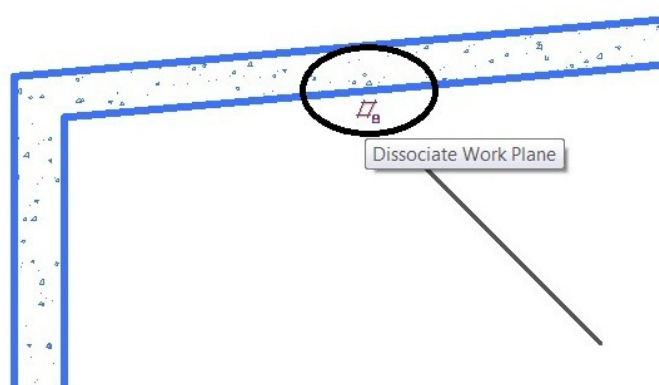
Kuva 9. *Component* –työkalun venytystoiminto *extrusion*.



Kuva 10. Pihaton leikkaus

Kun alapohja on saatu venytettyä määrätyn mittaiseksi oikeassa muodossa, käydään sille määrittämässä vielä oikea materiaali *properties*-valikon kohdasta *material*. *Extrusion*-toiminto tapahtuu pystysuunnassa, joten alapohja täytyy vielä kääntää *rotate*-toiminnolla oikeaan asentoon. Kääntäminen ei kuitenkaan onnistu ennen kuin poistaa mallinnetusta objektista tasoon lukitsemisen. Lukituksen poistaminen tapahtuu valitsemalla objekti, jolloin näytölle ilmestyy kuvan 11. mukainen pieni ruudun ja lukon kuva. Ruutua painamalla lukitus poistuu ja objektia pystyy siirtämään ja pyörittämään normaalisti *move* ja *rotate* -toiminnoilla. Alapohja täytyy asettaa oikeaan korkoon *move*-toiminnolla leikkausnäkyymässä.

Alapohjan voi mallintaa myös siten, että mallintaa ensin seinät, ja käyttää seinäpintaa venytyksen aloituskohtana. Seinäpintaa käytettäessä on näkymäksi otettava näkymä, jossa näkyy seinäpinta, josta venytys alkaa. Valitaan extrusion-toiminto ja ohjelma käskää vaihtamaan näkymää tai valitsemaan pinnan, josta venytys alkaa.



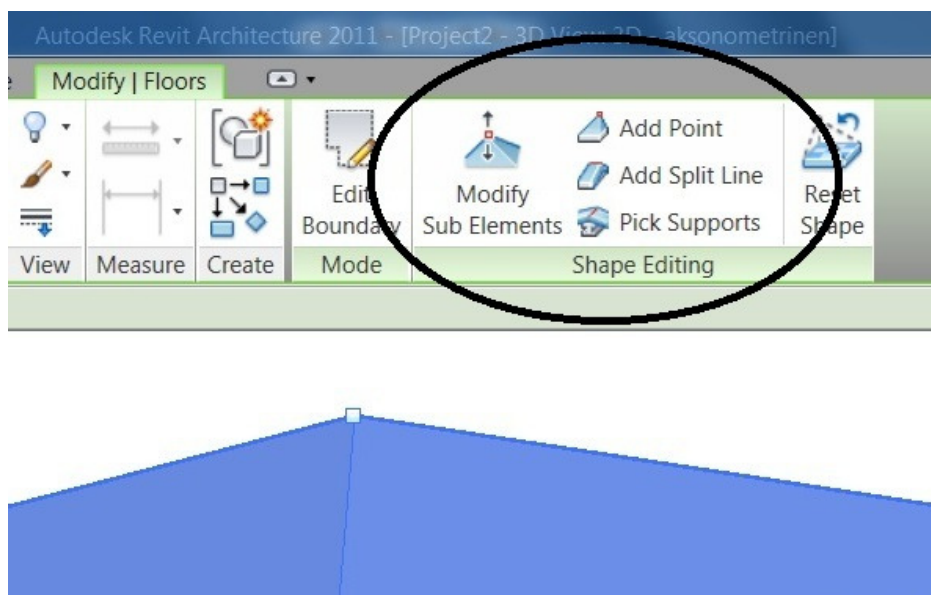
Kuva 11. Tasoon lukituksen poistaminen

Kun kyseessä on monimutkainen alapohja, kannattaa rakennuksen mallintaminen aloittaa alapohjasta. Tällöin alapohjaa ei tarvitse enää liikutella. Yksinkertaisemmat rakennuksen osat kuten anturat, sokkelit ja seinät on sen jälkeen helppo mallintaa alapohjan reunoja hyväksi käyttäen.

#### 4.2.2 Alapohja floor-toiminnolla

Vaihtelevan alapohjan mallintaminen onnistuu myös normaalilla *floor*-toiminnolla. Floor-toiminnolla mallinnettaessa mallinnetaan ensin normaalisti tasainen laatta, ja määritetään siihen korkoja. Kun valitsee laatan, työkaluriviin ilmestyy kuvan 12. mukaiset työkalut. Add Point-toiminnolla voi lisätä alapohjaan pisteen ja määrittää sille koron. Add Point-toiminnolla voi tehdä esimerkiksi

kaadot lattiakaivoon. Add Split Line-toiminnolla voi piirtää alapohjaan viivan ja määrittää sille koron ja muodostaa kallistuksen tietylle alueelle. Pystysuoria osia ei pysty mallintamaan näillä työkaluilla.



Kuva 12. Alapohjan kaltevuuden ja korkeuspisteiden määrittäminen

*Floor*-toiminnolla mallinnetun alapohjan hyvä puoli on, että se on helppo mallintaa suoraan oikeaan kohtaan ja oikeaan korkeusasemaan. Korko annetaan *properties* valikon kohtaan *height offset from level*, joka tarkoittaa etäisyyttä työskentelytasosta. Korkoa annettaessa on muistettava, että annettu korko on kaltevan alapohjan yläpäästä.

Jos alapohjana on tasainen reunavahvistettu laatta, on laatan tekeminen yksinkertaisinta tehdä *floor*-toiminnolla ja lisätä reunavahvistus *floor*-valikon alta löytyvällä *slab edge*-työkalulla. Toiminto tekee reunavahvistuksen kun osoittaa laatan reunaa, johon haluaa vahvistuksen. *Slab edge*-työkalua ei pysty käyttämään muille kuin *floor*-toiminnolla tehdyille alapohjille.

#### 4.2.3 Alapohja ramp –toiminnolla

Luiskien mallintamiseen tarkoitettulla *ramp*-toiminnolla voi myös tehdä vinon alapohjan. *Ramp*-työkalun käyttäminen on kuitenkin monimutkaista, koska siinä joutuu antamaan eri valikoista luiskalle lähtökoron, loppukoron, maksimi jyrkkyyden, leveyden, pituuden ja poistamaan vielä kaiteet sivuilta, jotka tulevat automaattisesti. Luiskan piirtäminen tapahtuu luiskan keskikohtaa pitkin, joten sen sijoittaminen paikoilleen on myös haastavaa. Tällöin tietomallista puuttuu myös alapohja. Alapohjan tiedot täytyy käydä kirjoittamassa luetteloon.

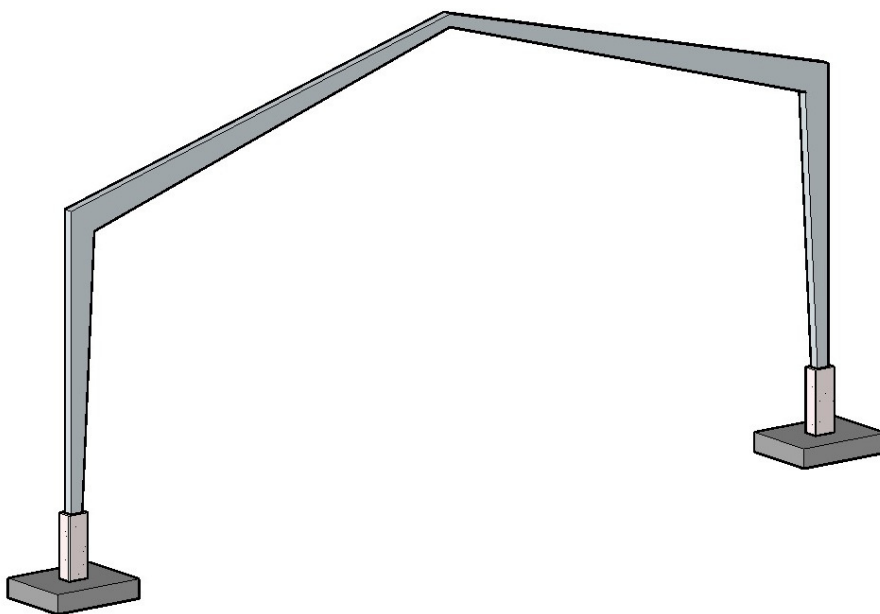


#### 4.2.4 Alapohja viivapiirrolla

Alapohja on myös mahdollista tehdä viivapiirtona leikkausnäkyssä. *Annotate*-valikon *detail line*-toiminnolla voi piirtää normaalia viivapiirtoa eri näkymissä. Viivapiirron ongelmana on kuitenkin virheiden mahdollisuus, sillä viivapiirrolla tehdyt muutokset eivät päivyty kaikkiin näkyymiin ja 3D-mallista ei tule täydellinen. Mallintamalla tehdyt rakenteet päivittyvät kaikkiin näkyymiin ja täydellisestä mallista on helppo havainnollistaa rakennusta asiakkaille. Esimerkiksi 3D-näkymät sisältä eivät ole järkeviä ilman mallinnettua alapohjaa.

#### 4.3 Kehien mallintaminen

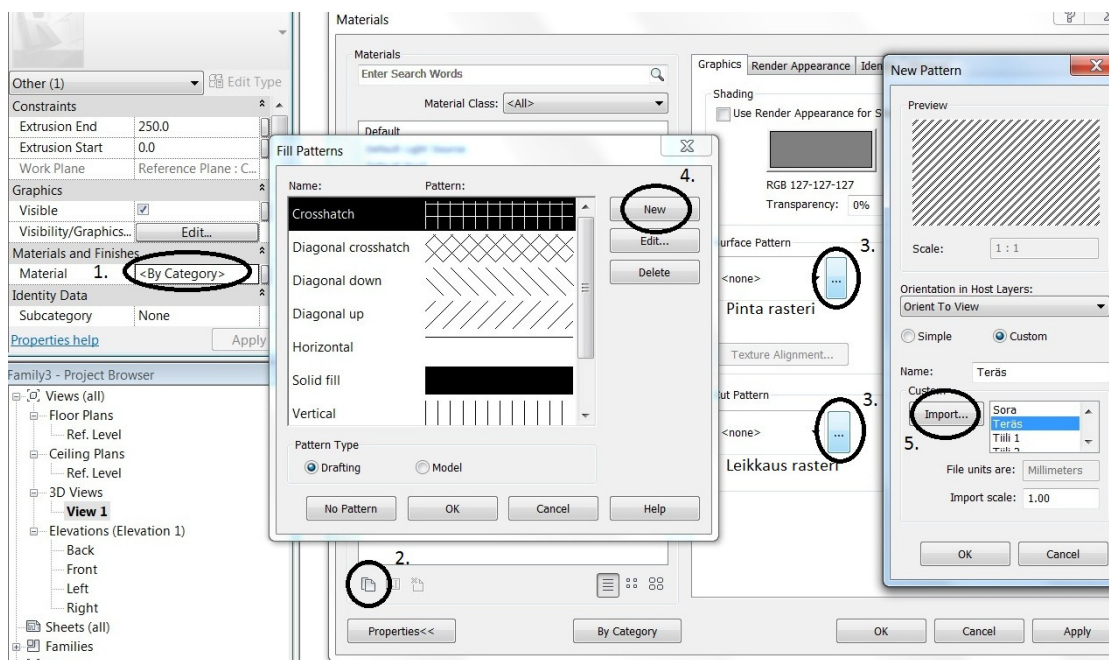
Kehä on maatalouden tuotantorakennuksissa paljon käytetty runkorakenne. Kuvassa 13. on esitetty maatalouden tuotantorakennuksissa yleisesti käytetyn kehän malli. Kehät ovat yleensä terästä ja koostuvat pystypilareista ja vinoista katopalkeista. Kehien mallintamiseen kannattaa käyttää joskus aikaa hieman enemmän, ja mallintaa vakiokokoisia kehiä omiksi *family*-tiedostoiksi, joista niitä voi tarvittaessa ottaa käyttöön kaikissa uusissa projekteissa. *Family*-tiedoston laadinta on opastettu kappaleessa 4.7.3. Kehän kategoriaksi valitaan *metric structural framing*. Maatalouden tuotantorakennuksissa toteutuu usein samoja teräskehiä, ja kun ne on valmiiksi mallinnettuna, säästyy aikaa paljon enemmän kuin mitä sitä on mennyt kehien mallintamiseen family-tiedostoksi.



Kuva 13. Teräskehän malli

### 4.3.1 Kehä *extrusion* –työkalulla

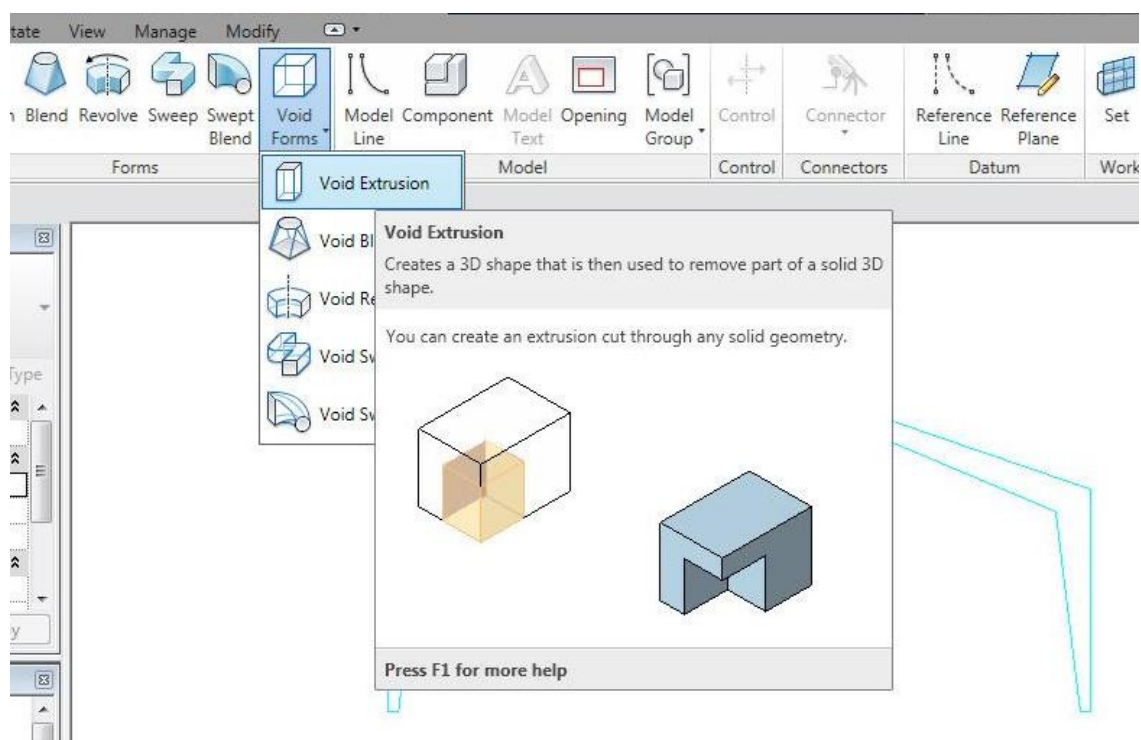
Kehä mallinnetaan *extrusion*-toiminnolla, objektin kategoriaksi valitaan *structural framing*. Venyttäminen tapahtuu samoin kuin aikaisemmin kohdassa 4.2.1 mainitussa alapohjan mallinnuksessa. Kehä mallinnetaan piirtämällä kehän muodot edestäpäin, ja venyttämällä kehä tarvittavaan paksuuteen, esimerkiksi 100 mm. Venytyksen pituus annetaan joko työkaluriviin ilmestyvään *depth* kohtaan, tai *properties*-valikosta löytyvään *extrusion end*-kohtaan. Tällä toiminnolla tehdyn kehän muoto voi olla täysin vapaa, on kuitenkin muistettava jälleen ottaa objektista lukko pois päältä, ja kääntää kehä oikeaan asentoon ja siirtää haluttuun tasoon. *Properties*-valikosta löytyy kohta *material*, josta kehälle käydään antamassa materiaali. Materiaalin määrittäminen -työkalut on esitetty kuvassa 14. *Family*-tilassa materiaalikirjasto on kuitenkin hyvin suppea, joten listaan kannattaa tehdä uusi materiaali *duplicate*-toiminnolla. Rasteri-valikkoon kannattaa tuoda kansioista tarvittaessa *import* -toiminnolla FINrasterit, josta löytyy eri materiaalien leikkaus rastereita. Kehän alle on myös mahdollista mallintaa valmiiksi pilarijalat ja pilarianturat, mutta edellä mainitut ovat riippuvaisia perustamisolosuhteista, joten niiden mallintaminen *family*-tiedostoon ei ole välttämätöntä, vaikka *family*yn muokkaaminen onnistuu myöhemminkin. Valmiiksi mallinnetut kehät helpottavat paljon rakennusten suunnittelua. Kehiä voi kopioida sopivin kehävällein ja alkaa muotoilla rakennusta kehien ympärille. Mallinnetut kehät ovat aina varmasti oikeassa paikassa ja virheiden todennäköisyys kuvissa pienenee.



Kuva 14. Kehän materiaalin ja rastereiden määrittäminen



Kun kehä on teräsrakenteinen putkiprofiili, täytyy kehä tehdä ontoksi *void*-työkalulla. *Void*-työkalulla leikataan kiinteästä 3D-objektista tarvittava osa pois. *Void extrusion* –toiminto toimii samalla periaatteella kuin *extrusion*-toiminto, mutta tekee kiinteän objektin sijaan tyhjää. Kehää ontoksi tehtäessä piirretään leikkautuvan alueen rajat kehän sisään. Näkymässä kehän täytyy näkyä edestäpäin, kuten kuvassa 15. Jos kehän seinämän paksuus on esimerkiksi 10 mm, piirretään leikkautuvan alueen rajat 10 mm päähän kehän ulkopinnoista. Rajat voi piirtää esimerkiksi kehän ulkopintoja pitkin, ja siirtää *offset*-toiminnolla 10 mm sisäänpäin. Seuraavaksi rajattu alue venytetään tarvittavaan mittaansa. Jos kehän paksuus on esimerkiksi 150 mm, ja venytys on tehty 0 -150 mm, venytetään tyhjiö 10 – 140 mm, jolloin myös näiden seinämien paksuudeksi tulee 10 mm.



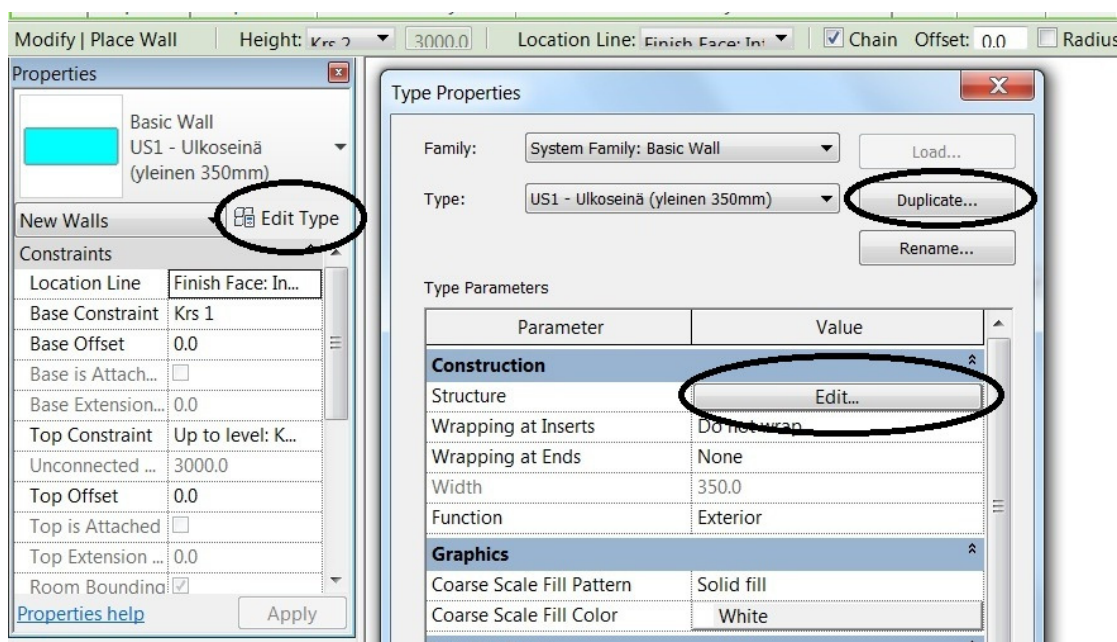
Kuva 15 Leikkaaminen *void*-työkalulla

## 4.4 Seinät

Maatalouden tuotantorakennusten seinissä käytetään paljon teräsbetonielementtiseiniä, koska ne ovat kestäviä ja nopeita asentaa. Rakennuksen sisällä tuotantotilojen ja aputilojen välinen seinä täytyy olla paloluokkaa EI60. Paloa eristävä seinät on toteutettu muuratuin rakentein tai erilaisilla levyillä. Joskus ulkoseinät ovat rakenteeltaan erikoisempia, kuten rakolautaseinä.

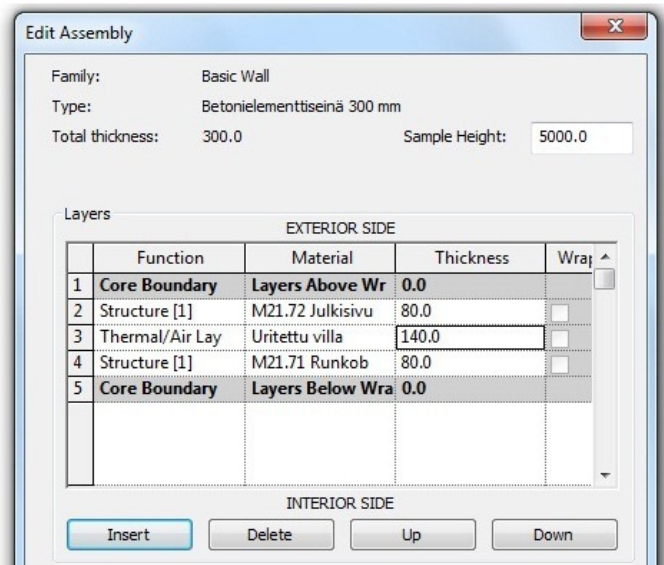
### 4.4.1 Teräsbetonielementtiseinän mallintaminen

Seinän mallintaminen aloitetaan valitsemalla *home*-valikosta toiminto *wall*. *Properties*-valikosta valitaan joku ulkoseinätyyppi ja painetaan *edit type*-painiketta, joka on esitetty kuvassa 16. Avautuvasta *type properties*-valikosta painetaan *duplicate* painiketta, jolla luodaan uusi seinätyyppi avatun seinän lähtökohdista. Kun seinä on nimetty, muokataan sitä kohdasta *structure*.



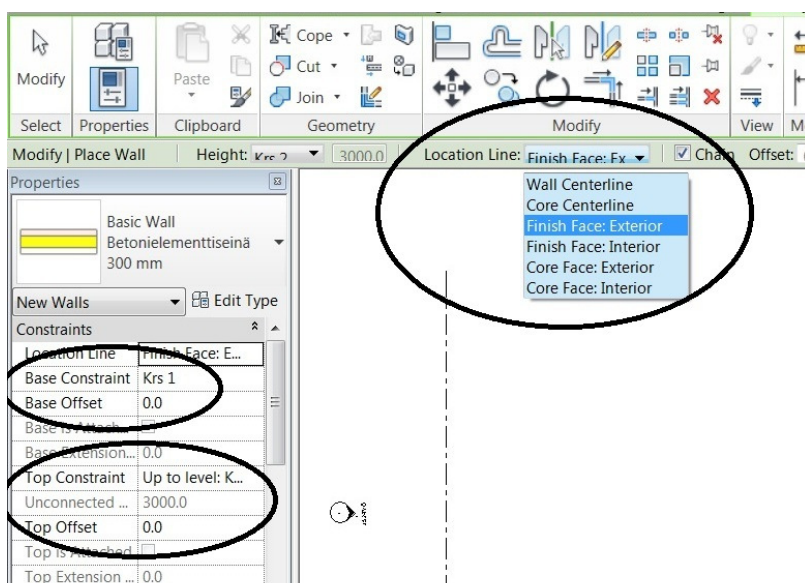
Kuva 16. Uuden seinän luominen

*Structure*-kohdan *edit*-painikkeesta aukeaa lista, johon lisätään materiaalikerrokset. *Exterior* on seinän ulkopinta ja *interior* sisäpinta. Kohdasta *material* käytetään valitsemalla kerroksille oikea materiaali, ja *thickness*-kohtaan annetaan materiaalikerroksen paksuus (Kuva 17.).



Kuva 17. Materiaalikerrosten määrittäminen

Kun materiaalit on määritetty, määritetään seinän korkoasetukset ja piirtolinja. Seinän alapinnan taso annetaan *properties*-valikon kohtaan *base constraint*, ja yläpään taso kohtaan *top constraint*. Seinän piirtolinja määritetään *properties*-valikon kohtaan *location line*, tai työkalupalkissa olevaan kohtaan *location line*. Kun valittuna on *wall centerline*, piirretään seinää seinän keskilinjaan mukaan. Kun valintana on *finish face exterior*, piirtyy seinä ulkopinnan mukaan, kun taas valintana on *finish face interior*, piirtyy seinä sisäpinnan mukaan (Kuva 18.).



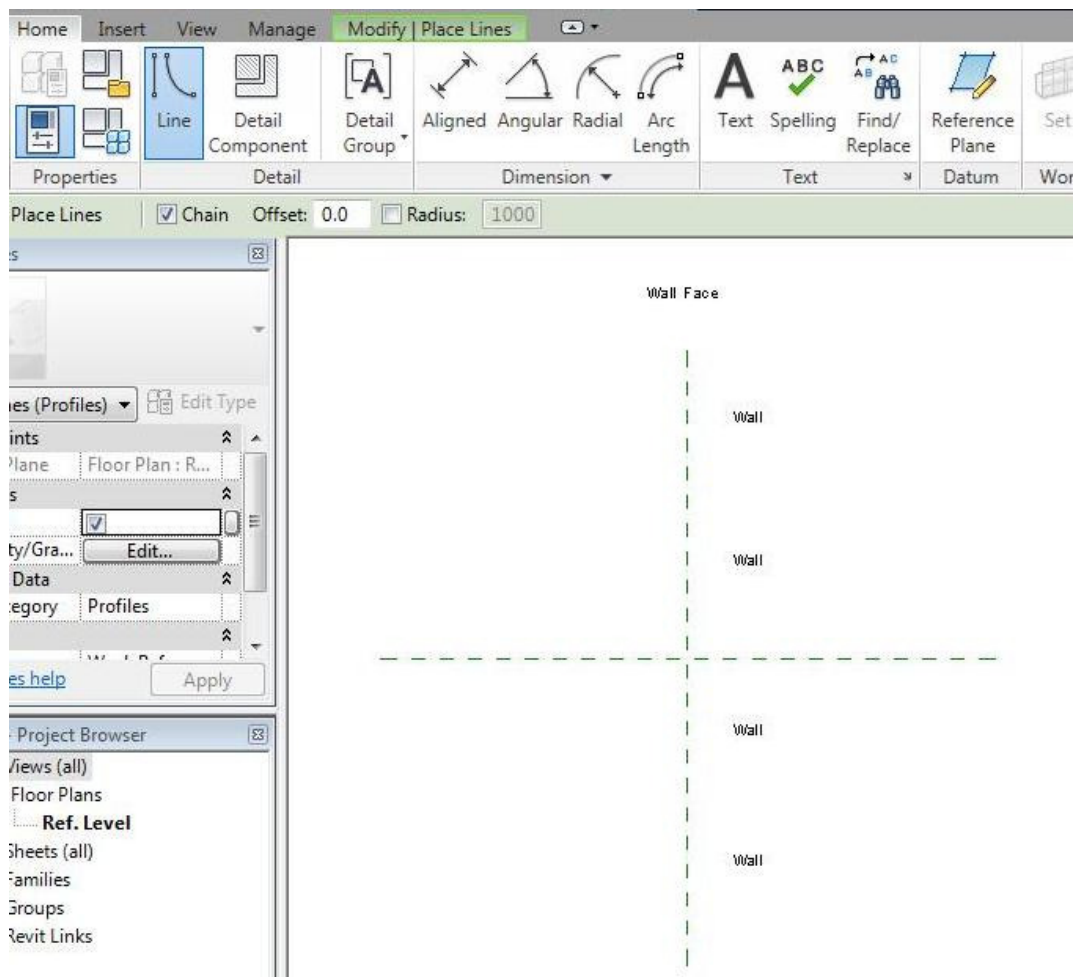
Kuva 18. Seinän sijainti -asetusten määrittäminen

#### 4.4.2 Rakolautaseinän mallintaminen

Rakolautaseinää käytetään maastilarakentamisessa jonkin verran. Rakolautaseinän mallintamiseen on kolme keinoa. Voi tehdä yhtenäisen puurakenteisen laudan paksuisen seinän, piirtää siihen aukkotyökalulla tai *reveal*-toiminolla rako, ja kopioida rako *array*-toiminolla. Toinen vaihtoehto on tehdä laudan levyinen pätke seinää, ja kopioida seinän pätkeä *array*-toiminolla. Kolmas keino on tehdä rakolautaseinä *railing*-toiminolla. *Railing*-toiminto on kaiteiden mallinukseen tarkoitettu työkalu, sen käyttö on opastettu kohdassa 4.5.4. Rakolautaseinästä ei pysty tekemään *wall*-toiminolla sellaista tyyppiä, joka automaattisesti tekisi rakoja seinään.

Seinän mallintaminen aloitetaan tekemällä uusi seinätyyppi, jolle annetaan nimeksi rakolauta. Materiaaliksi seinälle annetaan sahatavara ja paksuudeksi 25 mm. Piirretään seinä normaalisti oikeaan paikkaan. Näkymäksi vaihdetaan julkisivunäkymä, jossa seinä näkyy. Avataan *opening*-valikosta toiminto *wall opening* ja valitaan seinä aktiiviseksi. Piirretään seinään ylhäältä alas yltävä rako halutun paksuiseksi, päätyseinissä rako täytyy piirtää reilusti seinän yläreunan yläpuolelle, jotta *attach top*-toimintoa käytettäessä myös raot yltävät katon alapintaan asti. Valitaan rako aktiiviseksi, ja klikataan *modify*-valikon *array*-toimintoa. *Array*-toiminolla kopioidaan rako tarvittava määrä, jolloin saadaan aikaiseksi rakolautaseinä. Tällä tyyllillä tehtäessä seinä pysyy yhtenäisenä seinänä, toisin kuin seinän pätkeä kopioitaessa, jolloin jokainen seinänpätke tallentuu seinäluetteloon omana seinänä ja listasta tulee pitkä.

Raon tekeminen onnistuu myös *reveal*-toiminolla. *Reveal*-toiminolla on tarkoitus tehdä uria seinään. *Reveal*-työkalussa ei ole valmiina sopivaa profiilia rakolautaseinän raoksi, joten siitä täytyy tehdä uusi *family*. Projektin ollessa auki, valitaan Revitin alasvetovalikosta kohta *new* ja *family*. Kategoriaksi valitaan *Metric profile: reveal*. Työpöydällä aukeaa kuvan 19. mukainen näkymä. Näkymän riskikon pystykatkoviiva kuvastaa seinän ulkopintaa ja seinä on pystyviivan oikealla puolella. Pystyviivan oikealle puolelle piirretään *lines*-toiminolla raon profiili, esimerkiksi 25x10 mm. Tehty profiili tallennetaan. Projektissa avataan *wall*-valikon alta *reveal*-toiminto. Avataan *type properties*-valikko ja luodaan *duplicate*-toiminolla uusi ura. Uuden uran profiiliksi valitaan itse tehty profiili *type properties*-valikon kohdasta *profile*. Rako laitetaan seinään osoittamalla kursorilla haluttuun kohtaan. Näin tehty rako yltää aina seinän alalaidasta ylälaitaan. Rako kopioidaan tarvittava määrä *array*-toiminolla.



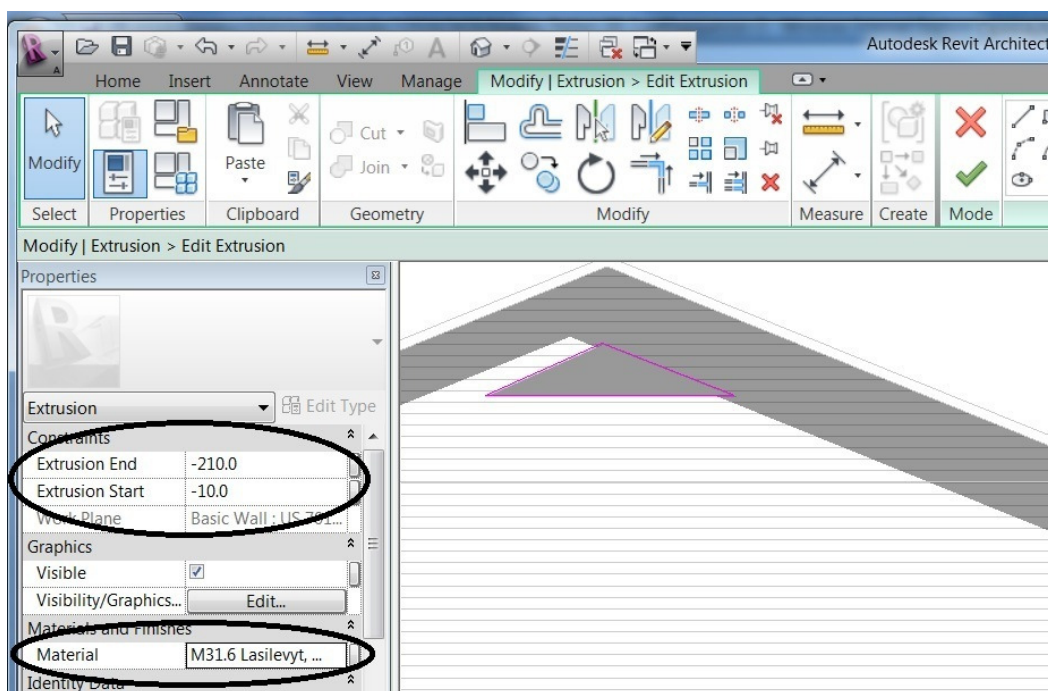
Kuva 19. Uuden rakoprofiilin tekeminen *reveal*-toimintoon

Jos rakolautaseinässä ei ole korkeudenvaihteluja, eikä sen yläreunan tarvitse myötäillä esimerkiksi päätyräystystä, voi rakolautaseinää tehdä kaiteenmallinustotoiminnolla *railing*. Muokataan pystyprofiiliksi sahatavara lauta, 100x22mm, ja annetaan niiden etäisyydeksi toisistaan 120 mm, jolloin raon leveydeksi tulee 20 mm. Kaide-toiminnolla tehdessä rakolautaseinään on helppo tehdä myös vaakakoolaus lankusta. Tällöin ongelmana on, että tietomallista puuttuu seinäluettelosta rakolautaseinä, ja se täytyy käydä lisäämässä kirjoittamalla.

## 4.5 Ikkunat ja ovet

### 4.5.1 Kennolevyikkunan mallintaminen

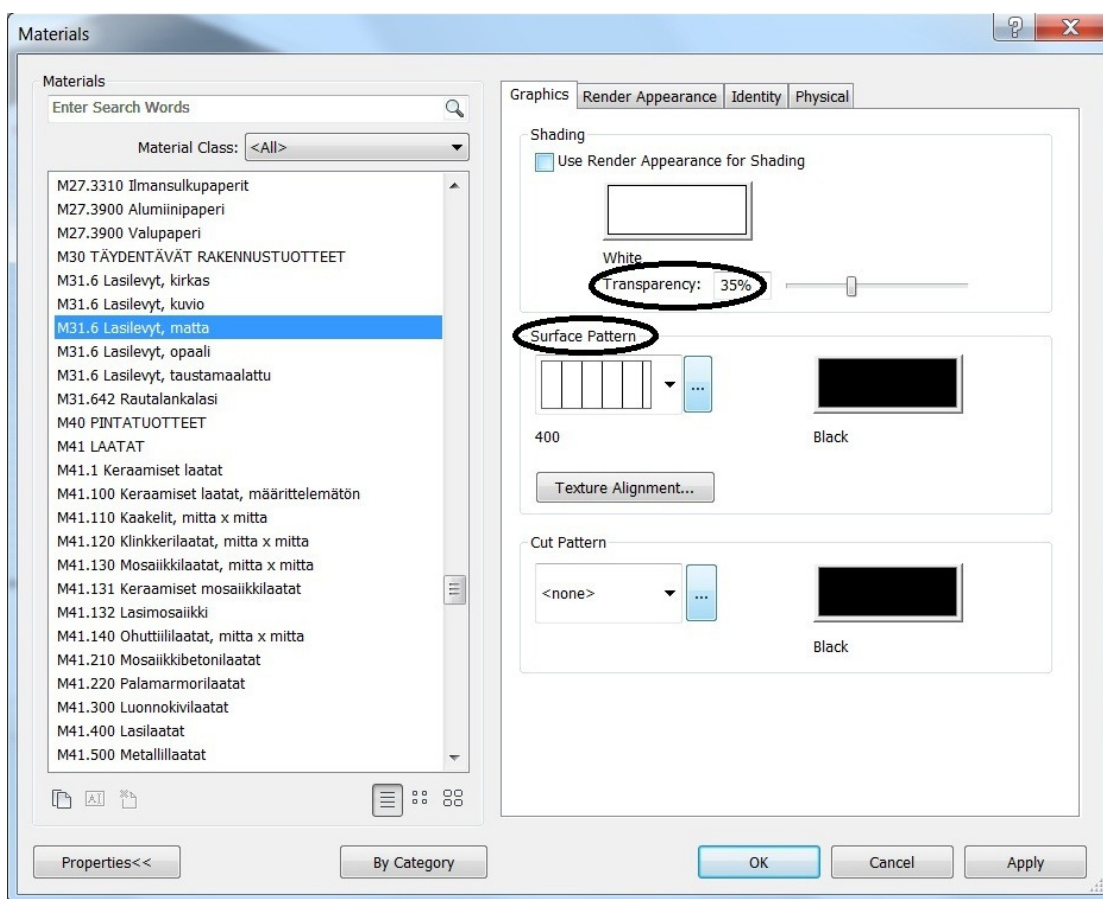
Karjarakennuksissa käytetään paljon kennolevyikkunoita, jotka ovat sumeita, mutta läpäisevät valoa. Koska ohjelmassa ei ole valmiita malleja kyseisille objekteille, ne täytyy mallintaa. Kennolevyikkunan mallintaminen onnistuu *extrusion*-toiminnolla. Objektin kategoriaksi valitaan *windows*, jolloin kennolevyikkunat päivittyvät myös ikkunaluetteloon. Ensimmäisenä seinään täytyy tehdä aukko työkaluilla kennolevyikkunan kokoinen aukko, jotta aukkoon päästään mallintamaan ikkunaa. Kennolevyikkunan mallintaminen aloitetaan julkisivunäkymässä samoin kuin vuorilaudan mallintaminen edellisessä kohdassa, valitaan *component* -kohdasta *model in place*-toiminto ja ohjelman kysyessä työskentelyta-soa valitaan *pick a plane*-toiminto ja valitaan seinä johon kennolevyikkuna tulee. Seinässä olevan aukon kohdalle piirretään ikkunan rajat ja *properties*-valikosta käydään antamassa objektille paksuus. Koska kennolevyikkunaa mallintaessa venytys tapahtuu seinän sisään, täytyy *properties*-valikon *extrusion end*-kohtaan laittaa negatiivinen luku esimerkiksi -200 mm, kuvan 20. mukaisesti. *Extrusion start*-kohtaan laitetaan positiivinen luku, jos ikkuna tulee seinän pinnan ulkopuolelle, ja negatiivinen luku jos ikkunan pinta tulee seinän pinnan sisäpuolelle.



Kuva 20. Kennolevyikkunan mallintaminen extrusion -toiminnolla seinään.



Kun kennolevyikkuna on venytetty, määritetään sille materiaali ja muutetaan materiaalin läpinäkyvyysasetukset oikeiksi. Materiaalia pääsee vaihtamaan ja muokkaamaan *properties*-valikon kohdasta *material*. Valitaan materiaalilistasta lähellä kennolevyä oleva materiaali, esimerkiksi lasilevyt, matta. *Materials*-ikkunan oikeassa laidassa on materiaalin muokkaus toimintoja. Annetaan materiaalin väriksi valkoinen ja muokataan läpinäkyvyys. Läpinäkyvyyttä muokataan kohdasta *transparency*, yksiköt ovat prosentteja, 100% on täysin läpinäkyvä ja 0% on läpinäkymätön(Kuva 21.). Kennolevylle sopiva prosentti on noin 35%. Levyn pintaan annetaan vielä sopiva rasteri kohdasta *surface pattern*.

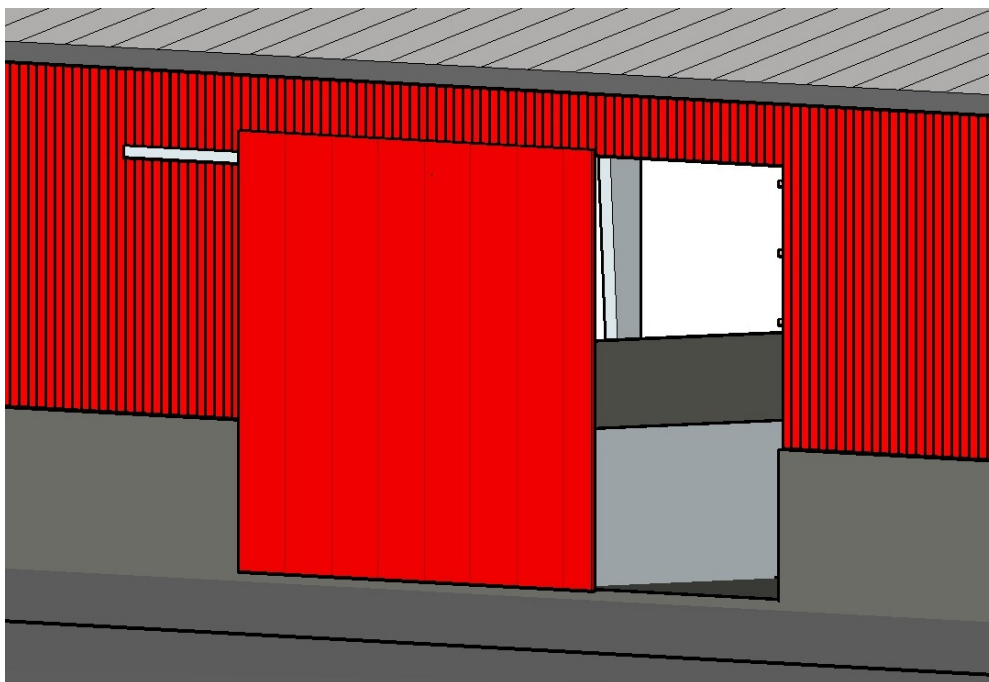


Kuva 21. Kennolevyikkunan materiaali asetukset

#### 4.5.2 Liukuoven mallintaminen

*Liukuoven* mallintaminen aloitetaan tekemällä oviaukko seinään aukkotyökaluilla. Revitin omista kirjastoista löytyy valmiita nosto-ovia, mutta *liukuovi* täytyy mallintaa itse. *Liukuoven* ovilevy mallinnetaan *extrusion*-toiminnolla kuvan 22. näköiseksi.

*Liukuoven* mallintaminen aloitetaan valitsemalla *component*-työkalun kohta *model in place*. Kategoriaksi valitaan *doors*, jolloin ovi päivittyy myös oviluetteloon. Kerrosnäkymässä valitaan *extrusion*-toiminto ja piirretään liukuoven leikkausprofiili oikeaan paikkaan näkymässä. Venytetään profiili oikeaan korkeuteen antamalla alapään ja yläpään korot kerrostasosta. Liukuoven vaatiman kiskon mallintaminen onnistuu samalla työkalulla kuin itse ovenkin mallintaminen, mutta näkymäksi valitaan julkisivu näkymä, ja valitaan *pick a plane*-toiminnolla työtasoksi seinä, johon kisko tulee. Näin myös kisko näkyy järkevästi kaikissa näkymissä. Tarkempia yksityiskohtia ovesta tai kiskosta ei ole järkevä mallintaa, tarvittaessa yksityiskohdat voi piirtää *detail line*-toiminnolla viivapiirtona.



Kuva 22. Revitillä mallinnettu liukuovi

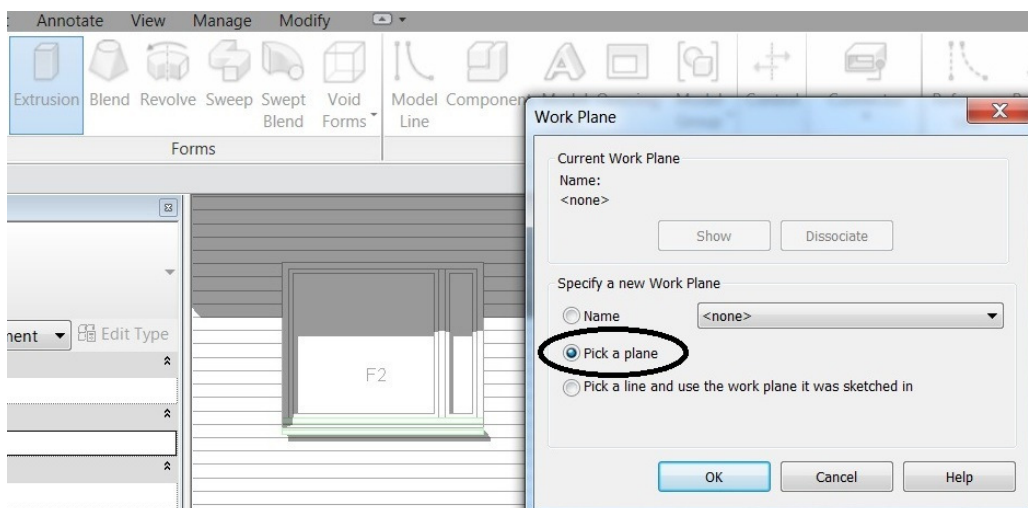


### 4.5.3 Ikkunoiden ja ovien vuorilaudat

Revitin kaikissa ikkunoissa tai ovissa ei ole valmiina vuorilautoja, joten ne täytyy mallintaa jälkeensä, kun objekti on oikealla paikalla. Vuorilaudat voi tehdä julkisivunäkymässä perinteisellä viivapiirrolla, käyttäen revitin *region*-työkaluja. Tällöin kuitenkin myös mahdolliset varjostukset peittyvät *regionin* alle ja kuvasta ei tule järkevä. Tällä työkalulla tehtynä vuorilaudat ei myöskään näy muualla kuin näkymässä, johon ne on piirretty. Parametrin ikkunan, jossa vuorilaudat ovat mukana, tekeminenkin on mahdollista.

Yhtä nopea mutta paljon parempi keino vuorilautojen tekemiseen on mallintaa laudat komponenttina *model in place*-työkalulla. Ensin valitaan julkisivunäkymä, johon vuorilautoja tehdään ja sen jälkeen valitaan *home*-valikon *component* -kohtaa. Valitaan *model in place*-toiminto, avautuvasta listasta klikataan *specialty equipment* ja annetaan komponentille nimeksi esimerkiksi vuorilauta. Työkalurivistä valitaan *extrusion*-työkalu. Koska *extrusion*-toiminto tapahtuu yleensä pystysuunnassa, tarjoaa ohjelma kerrosnäkyymiä venytyksen tekemiseen, valitaan kuitenkin avautuvan ikkunan kohdasta *specify a new work plane*, toiminto *pick a plane* kuvan 23. mukaisesta. *Pick a plane*-toiminnolla klikataan seinäpintaa, johon vuorilauta tehdään. Tässä vaiheessa piirretään ikkunan tai oven ympärille halutun muotoiset vuorilaudat. *Properties*-valikossa käydään antamassa venytyksen pituus, joka on vuorilaudan paksuus. *Extrusion start*-kohtaan jätetään arvoksi 0, ja *extrusion end*-kohtaan annetaan vuorilaudan paksuus, esimerkiksi 22 mm. Lopuksi annetaan vielä vuorilaudalle materiaaliksi sahatavara ja vaihdetaan väri oikeaksi, kyseiset muutokset tehdään *properties*-valikon kohdasta *material*. *Extrusion*-työkalulla tehtyt vuorilaudat näkyvät oikein joka näkymässä, ja varjostuksetkin tulevat oikein.

On myös mahdollista tehdä parametrinen ikkuna, jossa vuorilaudat ovat mukana. Saatavilla on myös joitain valmiita ikkuna objekteja, joissa on valmiina vuorilaudat



Kuva 23. Venytyksen tekeminen valittua tasoa käyttäen

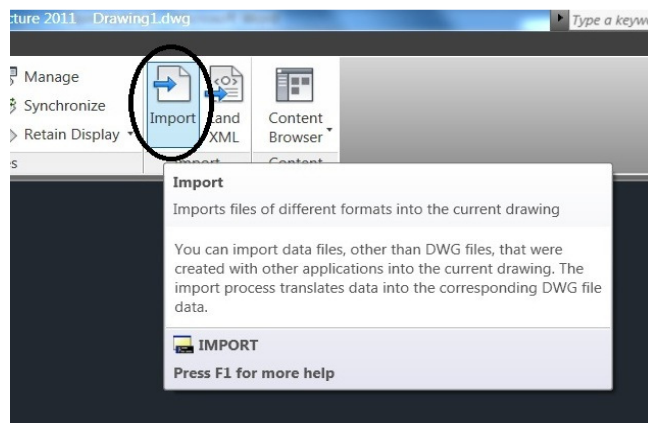
Usein toistuvista vuorilautatyypeistä kannattaa tehdä family-tiedostoja, jolloin niitä on helppo käyttää eri projekteissa.

## 4.6 Tilaosat ja varusteet

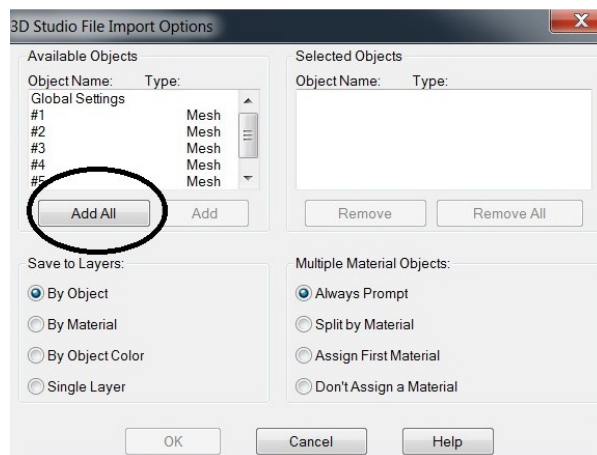
Maatalouden tuotantorakennuksissa on paljon erilaisia kalusteita ja tekniikkaa, jota ei kannata mallintaa tarkasti revitillä. Kun suunnittelussa tulee tarve lisätä rakennukseen kalusteita tai laitteita, kannattaa ottaa yhteys tavaran valmistajaan, ja kysyä, että onko heillä olemassa valmiita 3D-malleja kyseisestä tuotteesta. Yksinkertaisempien muotojen mallintaminen Revitillä on kuitenkin nopeaa ja helppoa.

### 4.6.1 3D –objektin tuonti revit –ohjelmaan

Tavarantoimittajien mallit ovat yleensä tehty mekaniikkasuunnitteluohjelmilla, joten tiedostomuodot eivät ole suoraan käytettävissä Revitissä. Yleensä mallit tulevat seuraavissa tiedostomuodoissa; \*.sat, \*.igs, \*.stp ja \*.3ds. Edellä mainituista formaateista \*.3ds-muodossa olevan tiedoston saa avattua AutoCad-ohjelmassa, ja tallennettua \*.dwg-muotoon, jonka puolestaan saa auki revit –ohjelmassa. \*.3ds tiedosto tuodaan AutoCad-ohjelmaan *import*-toiminnolla (Kuva 23.). Avautuvasta *file import options*-ikkunasta painetaan *add all*-painiketta, jotta kaikki kalusteen objektit siirtyvät AutoCadiin (Kuva 24.). Kun objekti on avattu CADissa, tallennetaan se normaalisti dwg-muotoon.

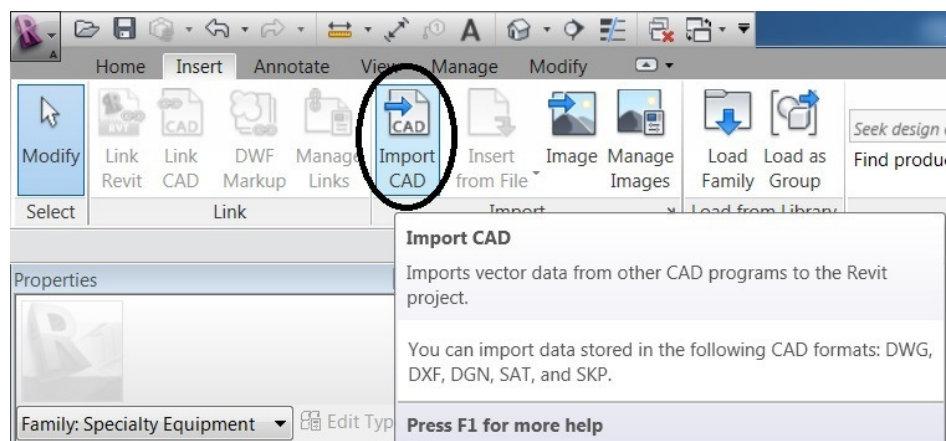


Kuva 23. Objektin tuonti AutoCad -ohjelmaan



Kuva 24. Objektin osien valinta AutoCadissa

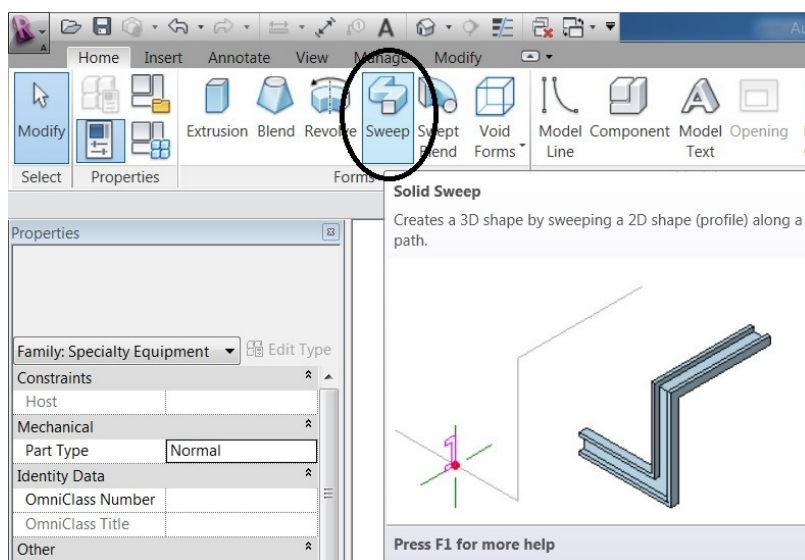
Dwg-muotoon muutettu tiedosto tuodaan Revitiin insert valikosta löytyvällä *import CAD*-toiminnolla (Kuva 25.). Dwg-tiedosto kannattaa tuoda Revitissä suoraan uuteen *family*-tiedostoon ja tallentaa *family*-tiedostona, jolloin objekti on helppo tuoda eri projekteihin.



Kuva 25. dwg –muotoisen objektin tuonti revittiin.

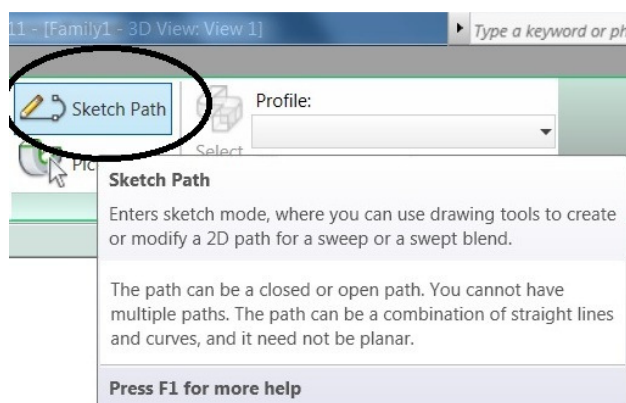
#### 4.6.2 Parrenerottimen mallinnus

Vaikka tavarantoimittajilla on tarjota joistain tuotteista 3d-malleja, on hyvä osata mallintaa joitain perusmuotoja myös revit mallinnustyökaluilla. Maatalouden tuotantorakennuksissa on sisällä erilaisia pyöreästä metalliputkesta tehtyjä kai-teita, jotka kannattaa mallintaa, jos tarvitsee esitellä täydellisiä malleja myös rakennuksen sisältä. Objektit on paras mallintaa *family*-tiedostoiksi, jolloin niiden käytettävyys Revitissä on helppoa. Parrenerottimen mallinnus aloitetaan avaamalla uusi *family*-tiedosto. Tietomalliluokaksi kalusteille käy *specialty equipment*. Revitissä kätevin työkalu mutkittelevien profiilien tekemiseen on *sweep*-työkalu(Kuva 26.).

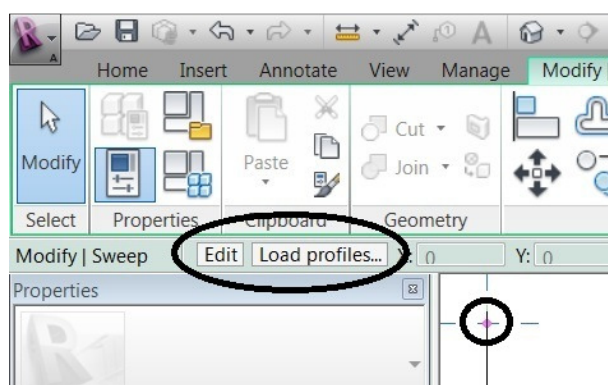


Kuva 26. Sweep –työkalun avaaminen

*Sweep*-toiminnossa piirretään tasoon *sketch path*-viivapiirtotyökalulla polku, jota pitkin profiili etenee(Kuva 27.). Polku kannattaa piirtää näkymässä *front* tai *back*, jolloin näkee helposti, kuinka piirretty elementti asettuu nollatasoon nähden. Tämän jälkeen vaihdetaan näkymäksi *left* tai *right*, ja joko ladataan *load profile*-toiminnolla kansioista jokin valmis profiili, tai piirretään *edit*-toiminnolla vapaavalintainen profiili punaisen pisteen ympärille, jonka kohdalla polku menee(Kuva 28.).



Kuva 27. Polun piirto työkalu

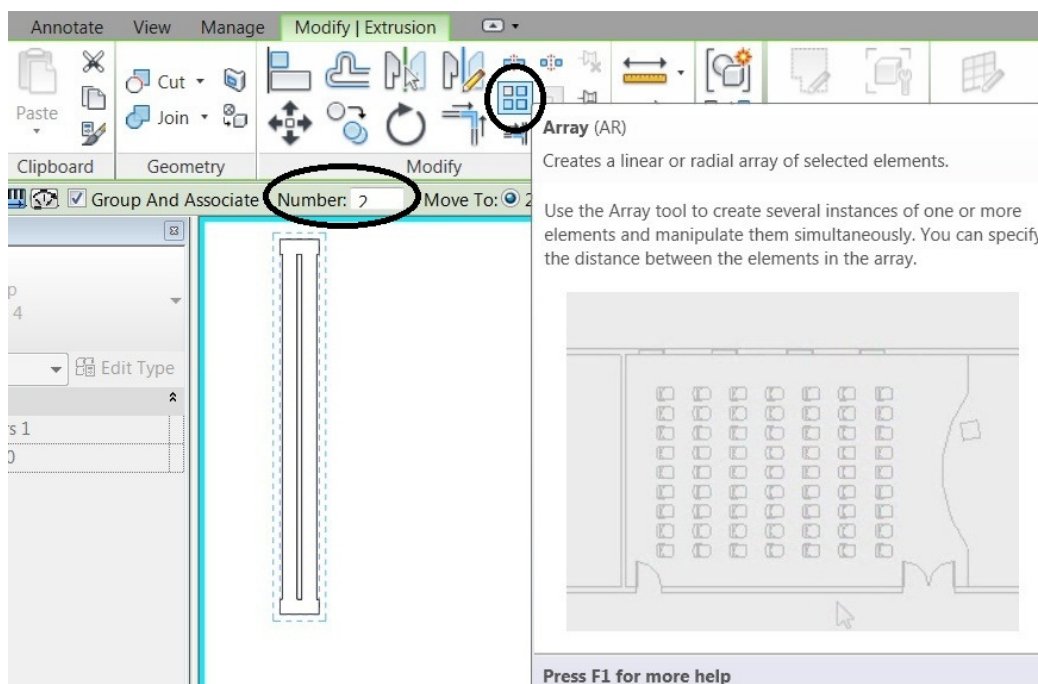


Kuva 28. Profiilin piirtäminen

### 4.6.3 Lantaritilän mallintaminen

Jotta sisänäkymät olisivat järkeviä, täytyy alapohjaan mallinnettujen lantakourujen päälle mallintaa lantaritilät. Kätevin toiminto ritilän mallintamiseen on *extrusion*-toiminto, ritilän voi tallentaa joko omaksi *family*-tiedostoksi, tai mallintaa projektiin *model in place*-komponenttina. *Extrusion*-toiminnon ollessa valittuna, piirretään kuvan 29. mukainen profiili ja venytetään sitä tarvittavaan paksuuteen, noin 100 mm. Venytyksen jälkeen valitaan CAD-sovelluksista tuttu *array*-toiminto, jolla saadaan kopioitua useita kopioita kerralla. Ensin valitaan kopioitava objekti aktiiviseksi, ja sen jälkeen klikataan *modif*-valikon työkalurivistä löytyvää *array*-painiketta. Työkaluriviin ilmestyy teksti *number*, jonka perään annetaan kopioitava lukumäärä. Kun kohdassa *group and associate* on raksi, tulee kopioiduista objekteista ryhmä, jolloin yhtä objektiä muokatessa kaikki muuttu-

vat. Kun halutut asetukset on määritetty, valitaan objekti ja osoitetaan kursorilla haluttu kopiointisuunta ja etäisyys



Kuva 29. Array -toiminnon käyttö lantaritilän mallinnuksessa.

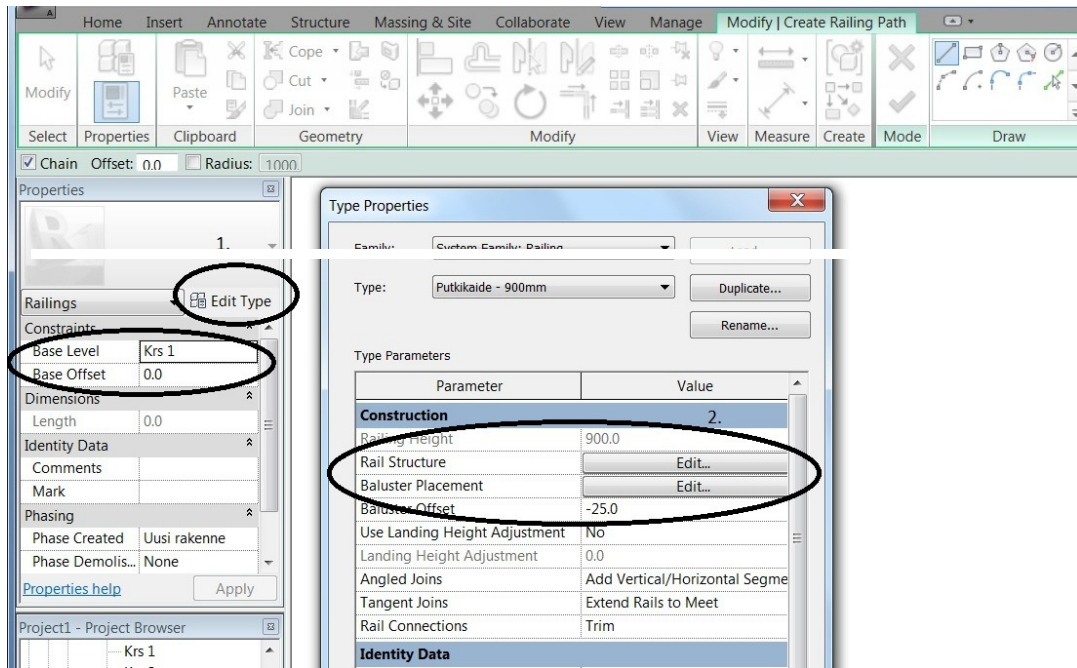
Lantarititilän mallintaminen onnistuu myös siten, että mallintaa betonista tavallisen laatan, ja piirtää siihen aukkotyökaluilla yhden raon, ja kopioi rakoa *array*-toiminnolla määritellyin välein.

#### 4.6.4 Suorien kaiteiden mallintaminen

Erilaiset kaiteet, niskapuomit, karsinat ym. suorat objektit kannattaa mallintaa *railing*-kaiteidenmallinnus työkalulla. *Railing*-työkalulla kaiteen pystysuorien ja vaakasuorien osien sijoittuminen ja profiilit käydään määrittelemässä *properties*-valikosta, ja kun kaide on muokattu halutun malliseksi, piirretään pohjapiirroksen viiva, jota pitkin kaide mallinnetaan.

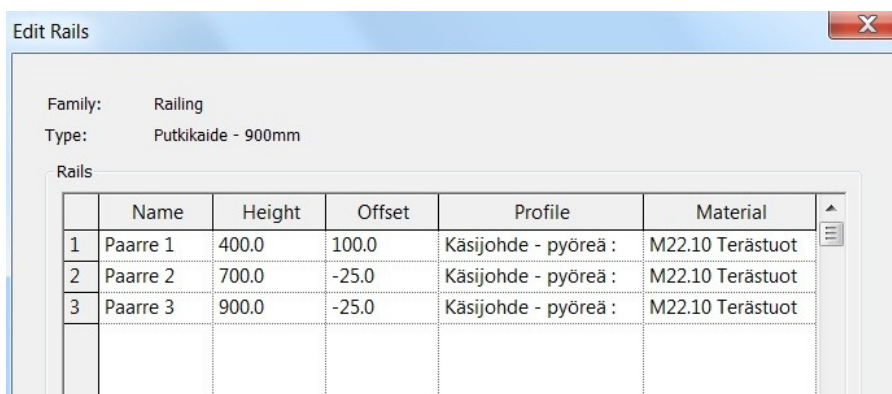
Kaiteen mallintaminen aloitetaan valitsemalla *home*-valikosta *railing*-työkalu. *Properties*-valikon kohdasta *edit type*, pääsee muokkaamaan kaiteen asetuksia. *Edit type*-painikkeesta avautuvan *type properties*-valikon kohdasta *rail structure*, pääsee määrittelemään kaiteen vaakasuoria osia, ja *baluster placement*-kohdasta pystysuoria osia. *Properties*-valikon kohdista *base level* ja *base offset* muutetaan kaiteen alareunan korkeusasemaa (Kuva 30.).





Kuva 30. Kaiteen ominaisuuksien määrittämiseen tärkeimmät valikot.

Rail *structure*-kohdasta saa lisättyä kaiteeseen eri profiilisia vaakatankoja, ja muokattua niiden korkeusasemaa, etäisyyttä kaiteen keskiliinjasta ja antamaan materiaalin. Kyseessä ollessa maatalouden tuotantorakennus, annetaan yleensä profiiliksi pyöreä putki ja materiaaliksi ruostumaton teräs(Kuva 31.).



Kuva 31. Kaiteen vaakaosien määrittäminen.

Kaiteen pystysuorien osien sijoittuminen, profiilit ja materiaalit määritellään kohdasta *baluster placement*. Kuvan 32. alemmasta taulukosta muokataan kaiteen alkuun, loppuun ja kulmiin tulevia pystykannattajia ja ylemmästä taulukosta muita pystykannattajia. *Baluster family*-kohtaan annetaan profiili, *base*-kohtaan pystykannattajan alapään korkeusasema, *top*-kohtaan yläpään korkeusasema ja *dist. from previous*-kohtaan pystykannattajien etäisyys toisistaan. Alemman taulukon *start post*-kohtaan määritellään kaiteen alkupään pystykannattajan asetukset, *corner post*-kohtaan kulmatolpan asetukset ja *end post*-kohtaan loppupään pystykannattajan asetukset.

Edit Baluster Placement

Family: Railing Type: Putkikaide - 900mm

Main pattern

|   | Name       | Baluster Family    | Base   | Base offset | Top    | Top offset | Dist. from previous | Offset |
|---|------------|--------------------|--------|-------------|--------|------------|---------------------|--------|
| 1 | Pattern st | N/A                | N/A    | N/A         | N/A    | N/A        | N/A                 | N/A    |
| 2 | Regular b  | Pinna - suorakaide | Paarre | 200.0       | Paarre | 0.0        | 2000.0              | 0.0    |
| 3 | Pattern en | N/A                | N/A    | N/A         | N/A    | N/A        | 0.0                 | N/A    |

Break Pattern at: Each Segment End Angle: 0.000° Pattern Length: 2000.0

Justify: Spread Pattern To Fit Excess Length Fill: Truncate Pattern Spacing: 0.0

☐ Use Baluster Per Tread On Stairs Balusters Per Tread: 1 Baluster Family: Pinna - pyöreä : 25mm

Posts

|   | Name       | Baluster Family    | Base | Base offset | Top  | Top offset | Space | Offset |
|---|------------|--------------------|------|-------------|------|------------|-------|--------|
| 1 | Start Post | Pinna - pyöreä : 2 | Host | 0.0         | Host | 0.0        | 12.5  | 0.0    |
| 2 | Corner P   | Pinna - pyöreä : 2 | Host | 0.0         | Host | 0.0        | 0.0   | 0.0    |
| 3 | End Post   | Pinna - pyöreä : 2 | Host | 0.0         | Host | 0.0        | -12.5 | 0.0    |

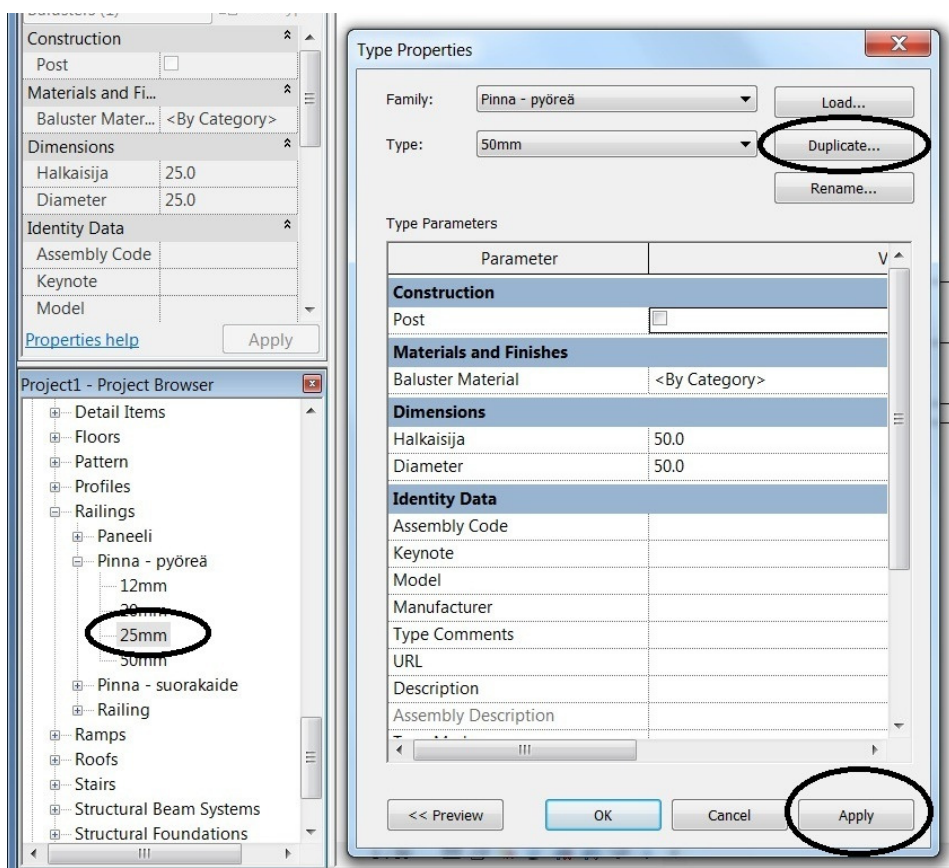
Corner Posts At: Never Angle: 0.000°

<< Preview OK Cancel Apply Help

Kuva 32. Kaiteen pystysuorien määrittäminen



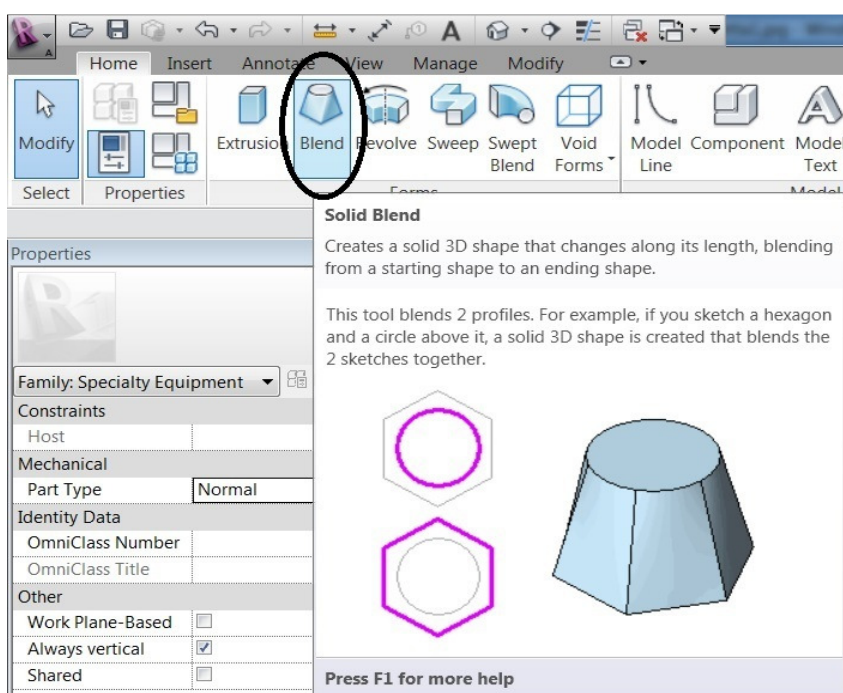
Jos luetteloista puuttuu sopiva profiili, saa profiileja muokattua ja luotua uusia *project browser*-luettelon kohdasta *families*. *Profiles* ja *railings* -kohdista löytyy esimerkiksi kaiteissa käytettyjä profiileita. Klikataan muokattava profiili auki ja *duplicate*-toiminnolla luodaan uusi ja muokataan sen mitat sopiviksi. Lopuksi täytyy muistaa painaa *apply*-painiketta, jolla uusi profiili menee kaikkiin valikoihin (Kuva 33.).



Kuva 33. Profiilien muokaus.

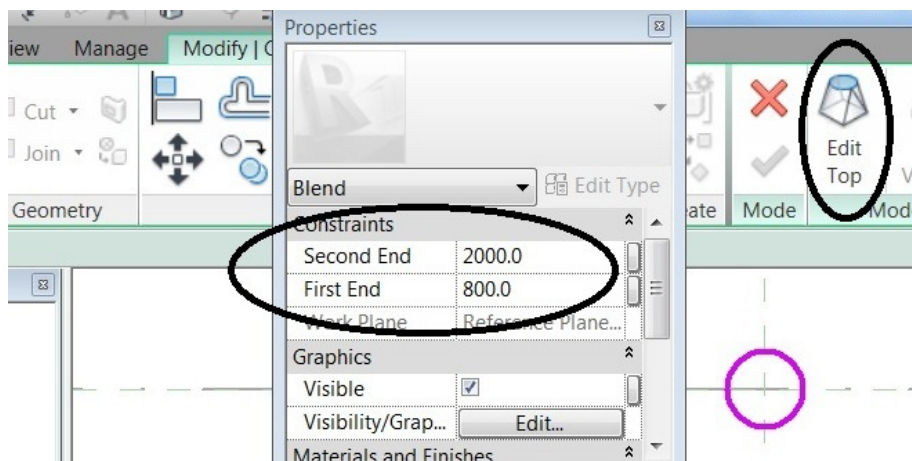
#### 4.6.5 Siilon mallintaminen

Tornisiilot ovat varsin isoja objekteja, ja siten merkittäviä tekijöitä maatalan maisemoinnin kannalta. Siksi on tärkeä tehdä karkea malli myös siilosta, jotta näkee kuinka se sijoittuu tilan muihin rakennuksiin ja tonttiin nähden. Siilo kannattaa tehdä omaksi *family*-tiedostoksi, jolloin sitä voi käyttää helposti eri projekteissa ja sijoitella tontille. Kategoriaksi *familylle* valitaan *metric specialty equipment*. Siilon jalat ja suora säiliöosa tehdään yksinkertaisesti *extrusion*-toiminnolla, mutta suppiloiden tekemiseen joutuu käyttämään muita työkalua. Säiliötä mallintaessa on hyvä laittaa *properties*-valikon *extrusion start*-kohtaan riittävästi tilaa, esimerkiksi 2000 mm, että tilaa jää myös suppilolle. Kartion mallintaminen käy kätevimmin *blend*-työkalulla, jolla annetaan objektin ylä- ja alapään muodot sekä korkeusasemat (Kuva 34.).



Kuva 34. Kartion mallintaminen

Kartion mallintaminen aloitetaan piirtämällä ensin ympyränpirtotyökalulla kartion alapään muoto ja antamalla alapään korkeus nollassa nähden. Korkeusasema annetaan *properties*-valikon kohtaan *first end*. Kun kartion alapään muoto on saatu piirrettyä oikeaksi, klikataan työkalupalkista *kohtaa edit top*, josta pääsee piirtämään yläpään muodon. Tässä näkymässä piirretään kartion yläpään muoto, eli isompi ympyrä samalla keskipisteellä kuin edellinenkin ympyrä. Yläpään korkeusasema annetaan *properties*-valikon kohtaan *second end* (Kuva 35.).



Kuva 35. Kartion ylä- ja alapään koron määrittäminen.

## 4.7 Aukkojen mallinnus

Maatalouden tuotantorakennusten seinissä ja katossa voi joskus olla paljon erimuotoisia aukkoja, joita aiheuttaa muun muassa liukuovet, valokennolevyt, ilmanvaihtaukot yms. Vapaamuotoisten aukkojen tekeminen Revitissä on yksinkertaista, kattoon aukon voi tehdä joko mallinnusvaiheessa tai jälkeempään, mutta seinään aukko täytyy muokata jälkeempään. Rakennuksissa on monesti viisteisiä ikkunoita, joita ei Revitin kirjastoista löydy valmiina, silloin on helpompi tehdä seinään aukko ja mallintaa *model in place*-komponenttina lasi aukkoon. Ikkuna familyiden tekeminen vaatii korkeamman tason osaamista *Revitistä*, joten aloittelijan on parempi tehdä seinään aukko ja viimeistellä näkymä tarvittaessa viivapiirrolla julkisivunäkymässä.

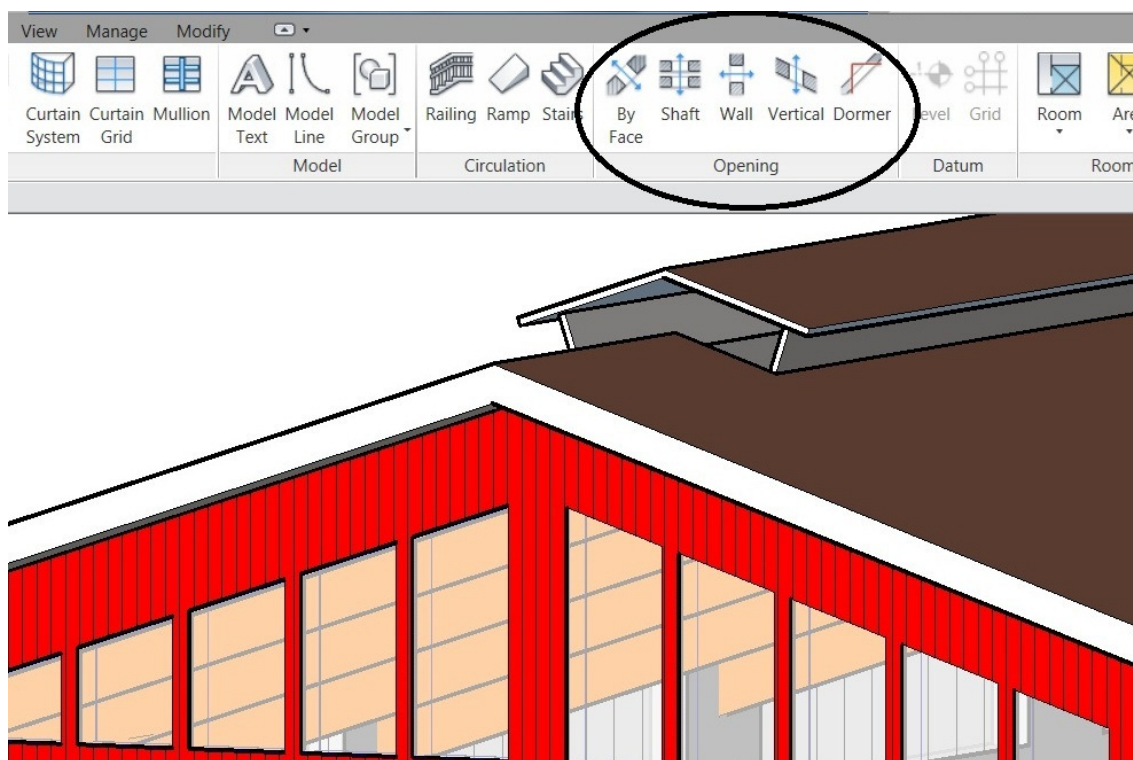
### 4.7.1 Aukko kattoon

Katon harjan kautta tapahtuvan poistoilmanvaihdon mallintaminen on tilanne, jossa täytyy osata mallintaa katon harjaan aukko. Aukon voi mallintaa helposti jo katon mallinnusvaiheessa, piirtämällä katon rajojen sisälle alueen, jonka haluaa jättää auki. Mallinnusvaiheessa tehdyn aukon reunat leikkautuvat pystysuoraan, eikä suoraan kulmaan lappeen kanssa.

Jos haluaa aukon leikkautuvan suoraan kulmaan lappeen kanssa, täytyy aukko tehdä *opening by face*-toiminnolla. *Opening by face*-työkalulla tehtäessä täytyy valita pinta, johon halutaan tehdä aukko, ja piirretään viivapiirrolla aukon rajat. Kun katon harja halutaan auki, täytyy aukko tehdä molemmille lappeille erikseen, katon harjasta lapetta alaspäin.

Pystysuorien aukkojen tekemiseen on vielä kaksi työkalua, *shaft opening* ja *vertical opening*. *Shaft opening*-toiminnolla voi leikata useita kerroksia kerralla antamalla aukon lähtökoron ja loppukoron ja väli leikkautuu kokonaan aukoksi. *Vertical opening* -toiminto toimii samoin kuin *opening by face*, mutta leikkaa aukon reunat pystysuoriksi. Kaikki aukkotyökalut löytyvät *home*-valikon työkalurivin kohdasta *opening* (Kuva 36.).

Harjan aukon yläpuolelle tuleva kapea harjakatto piirretään normaalisti *roof*-toiminnolla ja nostetaan oikeaan korkeuteen. Ylempää kattoa kannattelevat seinät, jotka ovat suorassa kulmassa lappeeseen nähden, täytyy mallintaa *model in place*-toiminnolla, koska vinojen seinien tekeminen ei onnistu normaalilla *wall*-toiminnolla. Kun katto on pulpettikatto-tyylinen, jossa toinen lape jatkuu kattotuolin harjan yli ja toinen lape ei ylety kattotuolin harjalle asti, täytyy molemmat lappeet mallintaa erikseen.



Kuva 36. Aukkojen mallinnus työkalut

### 4.7.2 Aukko seinään

Aukon tekemiseen seinään on Revitissä kaksi työkalua, toisella aukko piirretään haluttuun kohtaan ja toisella voidaan muokata koko seinän profiilia. Samasta valikosta kuin kattoon tehtävien aukkojen työkalut, löytyy *wall opening*-työkalu, jolla seinään saa tehtyä suorakulmaisen aukon. Ensin klikataan *wall opening*-työkalu aktiiviseksi ja valitaan seinä, johon aukko halutaan tehdä, sen jälkeen piirretään seinään viivapiirrolla aukko.

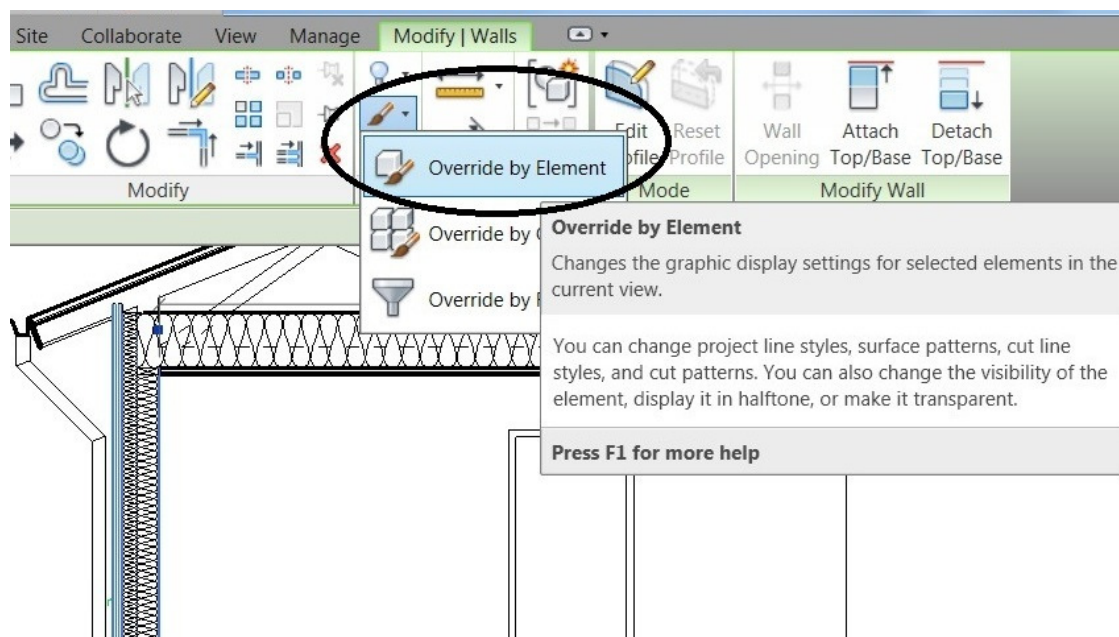
Kun on tarkoitus muokata koko seinän profiilia, on helpointa klikata seinää, ja valita työkaluriviin ilmestynvä työkalu *edit profile*. *Edit profile*-toiminnolla on helppo tehdä seinä, jonka ylä- tai alareunassa on porrastusta tai muita vaihtelevia muotoja. *Edit profile*-toiminnolla onnistuu myös erimuotoisten aukkojen tekeminen.

## 4.8 Piirustusten viimeistely

Revit -ohjelma ei kykene tekemään leikkauskuvia täysin valmiiseen muotoon, joten niitä täytyy muokata lopuksi viivapiirtotyökaluilla. Esimerkiksi ainemerkinnät, etenkin eristeissä vaativat muokkaamista. Myös perustusten alapuoliset maa-ainekerrokset täytyy piirtää viivapiirrolla ja täyttää tarvittavilla rasterikuvioilla.

### 4.8.1 Eristeet

Revitin piirtämät eristemerkinnät ovat etenkin pehmeiden villojen kohdalla selkeitä, ettei ne välttämättä siltään tule hyväksytyksi rakennustarkastajalla. *Annotate*-valikosta löytyvä *Insulation*-työkalu on kätevä toiminto pehmeän villan piirtämiseen. Ennen eristeen piirtämistä täytyy käydä poistamassa olemassa oleva eristemerkintä. Ainemerkinnät saa poistettua *modify*-valikon *override graphics*-toiminnolla. Ensin valitaan kohde, jota halutaan muokata, ja painetaan *override graphics*-työkalua. Avautuvasta listasta valitaan toiminto *override by element* (Kuva 37.). Työkalulla pääsee muuttamaan valitun objektin viivatyylejä, leikkausrastereita ja pintarastereita. Halutessa voi tyhjentää leikkauskuviot, ottamalla valinnan pois kohdasta *visible*, toiminnon *cut pattern*-kohdalla. Samasta valikosta pystyy myös muuttamaan objektin läpinäkyvyys asetuksia.



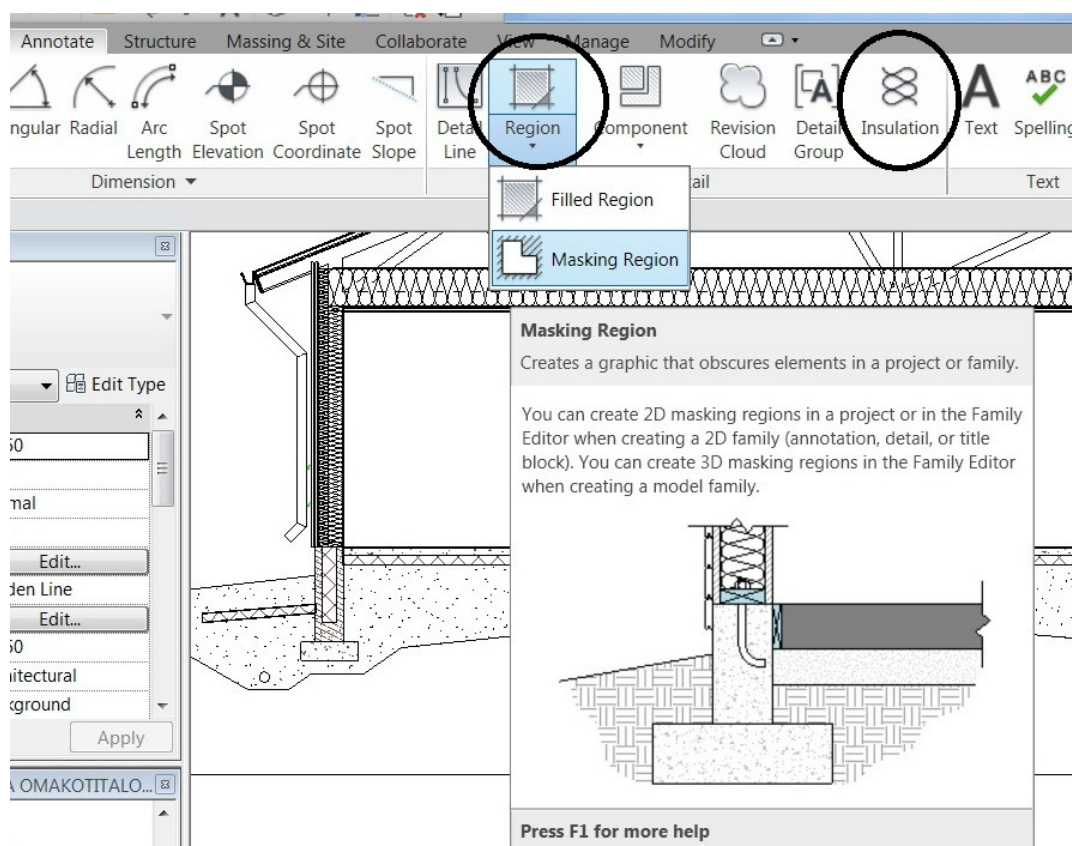
Kuva 37. Grafiikoiden muokkaus näkymäkohtaisesti.

*Insulation*-työkalun käyttö on yksinkertaista. Valitaan *insulation*-työkalu, työkaluriviin ilmestyy kohta *width*, johon annetaan tarvittava eristepaksuus. Kun oikea paksuus on annettu, piirretään eriste oikeaan kohtaan. *Insulation* ja *override graphics*-työkaluilla tehdyt muutokset näkyvät vain näkymässä, jossa kuvaa muokataan.

#### 4.8.2 Peittämistyökalut

Kun rakennuksesta on tehty nopeasti vain karkea malli, vaatii leikkauskuvan muokkaaminen muitakin työkaluja kuin eristeenpiirtotyökalun. Peittämistyökalut löytyvät *annotate*-valikon kohdasta *region* (Kuva 38.). *Filled region*-työkalulla tehdään rasterilla täytettyjä alueita, joissa voi taustan laittaa läpinäkyväksi tai näkymättömäksi. *Maskin region*-työkalulla tehdään puolestaan tyhjä alue, johon voi viivapiirrolla piirtää vapaasti muotoja. Esimerkiksi leikkauskuvassa perustusten alapuoliset maakerrokset on helppo tehdä *filled region*-työkalulla rajaamalla haluttu alue ja laittamalla materiaaliksi hiekka. *Properties*-valikon kohdasta *background* voi valita taustan näkyväksi, *transparent*, tai näkymättömäksi, *opaque*. Salaojien kohdalle täytyy muistaa piirtää ympyrät, jottei rasteri peitä niitä. Jos kuvasta haluaa leikata jonkin tietyn alueen, esimerkiksi perustusten ja alapohjan liittymän, ja muokata sitä detaljikuvan, onnistuu leikkaaminen *callout*-työkalun avulla. *Callout*-näkymässä tehdyt muutokset ei muuta muita kuvia.

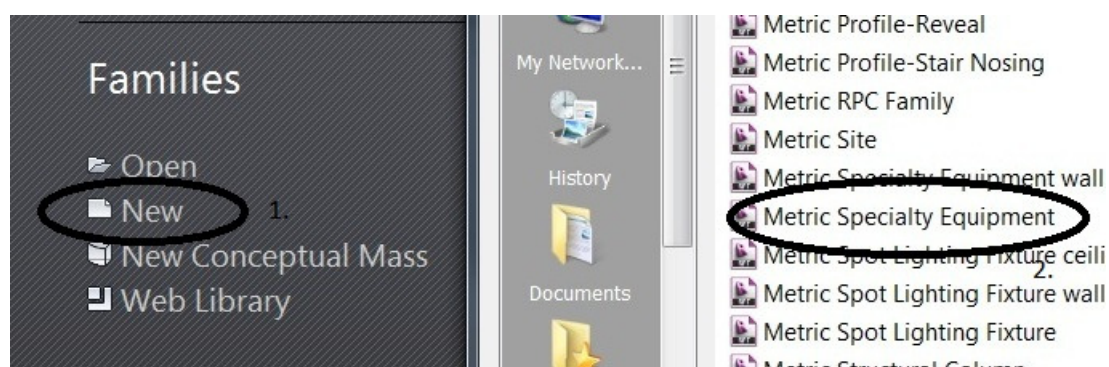




Kuva 38. Peittämistyökalujen avaaminen

#### 4.8.3 Familyn tekeminen

Familyn tekeminen aloitetaan revitin aloitussivulta, kohdasta *family* valitaan *new* (Kuva 39.). Näyttöön tulee lista, josta täytyy valita kategoria mallinnettavalle objektille, kun valitsee listasta *metric specialty equipment*, pääsee kehää mallintamaan vapaasti tyhjälle aloitus pohjalle.



Kuva 39. Familyn tekemisen aloittaminen

## 5 YHTEENVETO

Revit architecture 2011 –ohjelma soveltuu hyvin maatalouden tuotantorakennusten suunnitteluun. Maatilarakennuksissa käytettyjen muotojen mallintaminen, kuten esimerkiksi vaihtelevat alapohjat, vaatii kuitenkin muutaman projektin läpiviennin kokonaisuudessaan Revit-ohjelmalla, jotta työskentelystä tulisi sujuvaa. Helposti voi aluksi tulla mieleen tehdä Revitillä rakennuksesta karkea malli, ja viimeistellä piirustukset tutussa AutoCad-ohjelmassa. Rakennuksesta kannattaa kuitenkin mallintaa niin tarkka malli kuin mahdollista, ja viimeistellä näkymät tarvittaessa revitien piirtotyökaluilla. Kun tekee Revitillä tarkan mallin, on Revitin automaattisia ovi-, ikkuna- ja määräluetteloita helppo hyödyntää. Myös suunnitelmien esittely asiakkaalle on helppoa mallin avulla.

Cad-piirtämiseen tottuneelle Revit aloittelijalle ongelmia voi tuottaa kokonaisuuden hallinta mallia tehdessä. Mallintaessa täytyy aina miettiä, kuinka muutokset yhdessä näkymässä vaikuttavat toiseen näkymään. Tämä on toisaalta mallintamisen etu, kun kaikki kuvat päivittyvät yhtä aikaa, virheiden määrä vähenee. Myös korkojen syöttäminen ja oikean valikon löytäminen vievät aluksi aikaa, koska valikot poikkeavat melko paljon aikaisemmista Cad-ohjelmien valikoista.

Maatalouden tuotantorakennusten kalusteista ja varusteista löytyy huonosti valmiita 3D-malleja, koska kalustevalmistajat eivät mielellään anna muiden käyttöön paljon tietoa sisältäviä kalusteidensa tietomalleja. Yksinkertaiset mallit voi mallintaa itse kun revitien käyttö on rutiininomaista, mutta monimutkaisten mallien tekeminen on aikaa vievää. Jos mallia ei ole saatavilla, on mahdollista tehdä dwg-muotoisista kalusteista Revitissä toimiva family-tiedosto. Tällöin kalusteita on helppo sijoittaa pohjapiirroksiin sen sijaan, että piirtäisi niitä erikseen Revitissä.

Revit tarjoaa erinomaisen työkalun koko maatilan pihapiirin suunnitteluun. Revitillä on mahdollista tehdä maastomalli koko pihapiiristä, johon sijoittaa karkeat mallit jo olemassa olevista rakennuksista, jonka jälkeen kokeilee eri vaihtoehtoja uusien rakennusten, lietesäiliön ja muiden isojen rakennelmien sijoittumiselle pihapiirissä.



## Lähteet

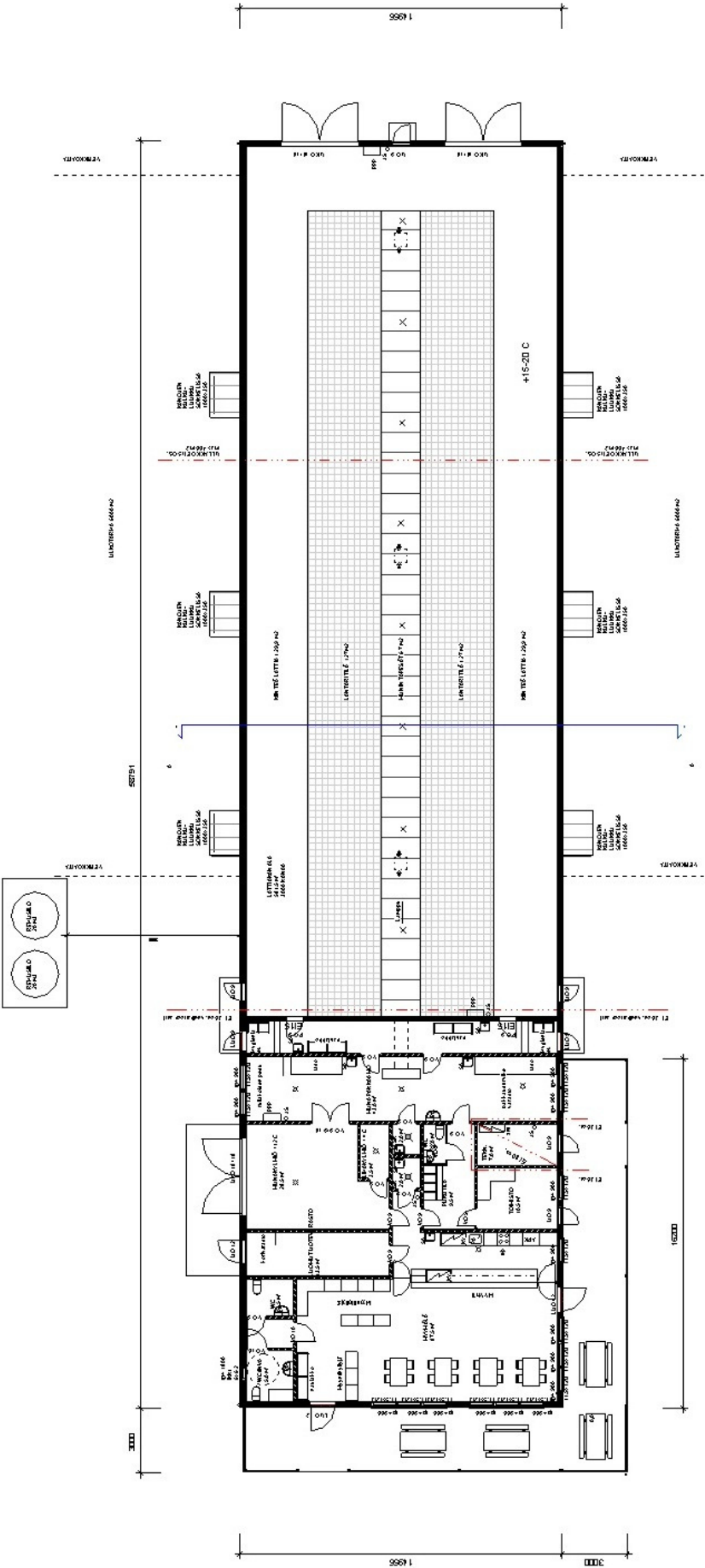
1. ProAgria[verkkodokumentti]  
Saatavissa: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/ProAgria/ProAgriaPohjois-Savo/Palvelut/Rakennussuunnittelu>
2. Optiplan[verkkodokumentti]  
Optiplan>tekemisen tapa>tietomallintaminen.  
Saatavissa:  
[http://www.optiplan.fi/tekemisen\\_tapa/tietomallintaminen/fi\\_FI/tietomallintaminen/](http://www.optiplan.fi/tekemisen_tapa/tietomallintaminen/fi_FI/tietomallintaminen/)
3. Teknotiimi[verkkodokumentti]  
[http://www.oamk.fi/luova/teknotiimi/dokumentit/tuotantorakentaminen/toiminnallisuus suunnittelu/opas\\_www\\_versio.pdf](http://www.oamk.fi/luova/teknotiimi/dokumentit/tuotantorakentaminen/toiminnallisuus suunnittelu/opas_www_versio.pdf)
4. Eläinterveydenhuolto Pohjois-Savossa (ELKE), Loppuraportti (22.6.2005/IK)  
Saatavissa: [www.elke.fi/tiedostot/ELKEloppuraportti%2C%2026.6.2005.doc](http://www.elke.fi/tiedostot/ELKEloppuraportti%2C%2026.6.2005.doc)
5. Talo 2000 –nimikkeistö – Yleisseloste  
Saatavissa: <http://kauppa.rakennustieto.fi/fi/productcard.asp?productid=100637>

## **Liitteet**

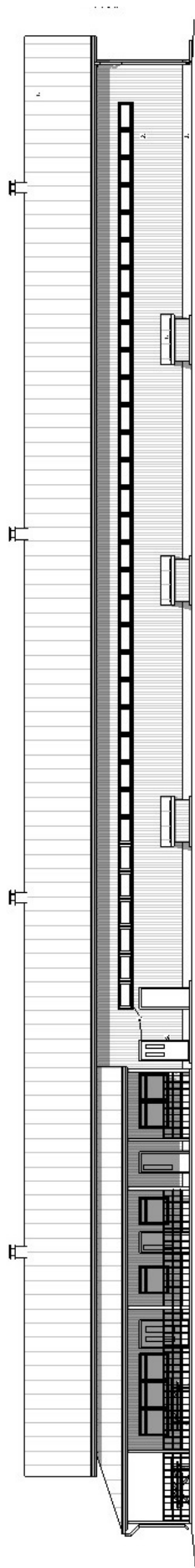
Liite 1: Luomukanalan piirustussarja (4 s.)

Liite 2: Emolehmäkasvattamon piirustussarja (4 s.)

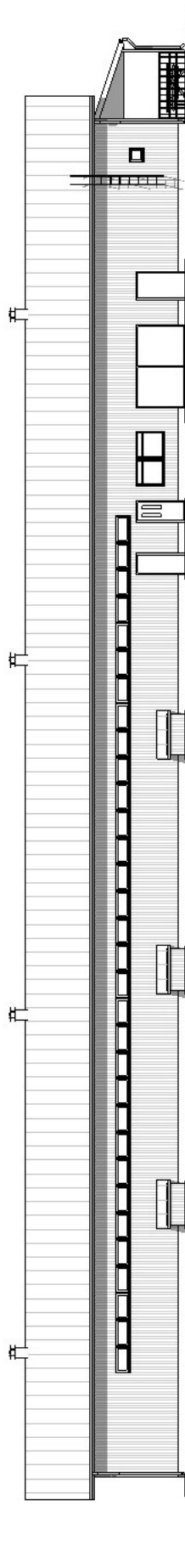
LIITE 1.



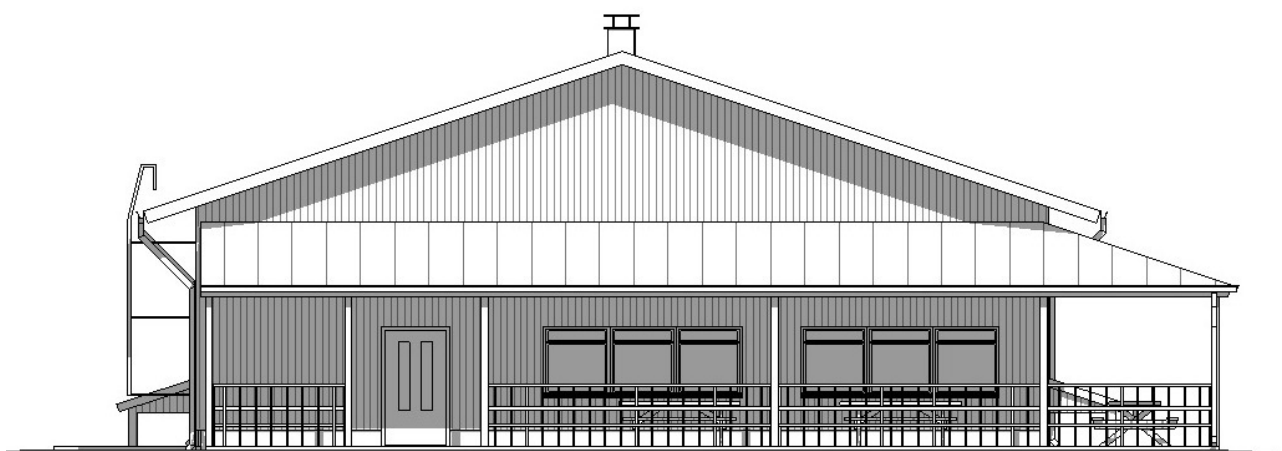
Pohjapiirros



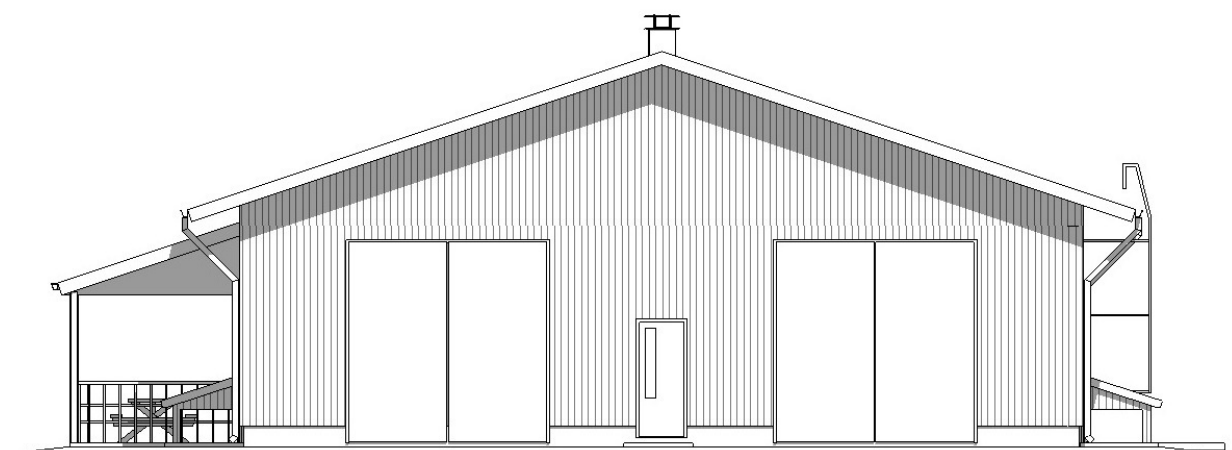
Julkisivu 1



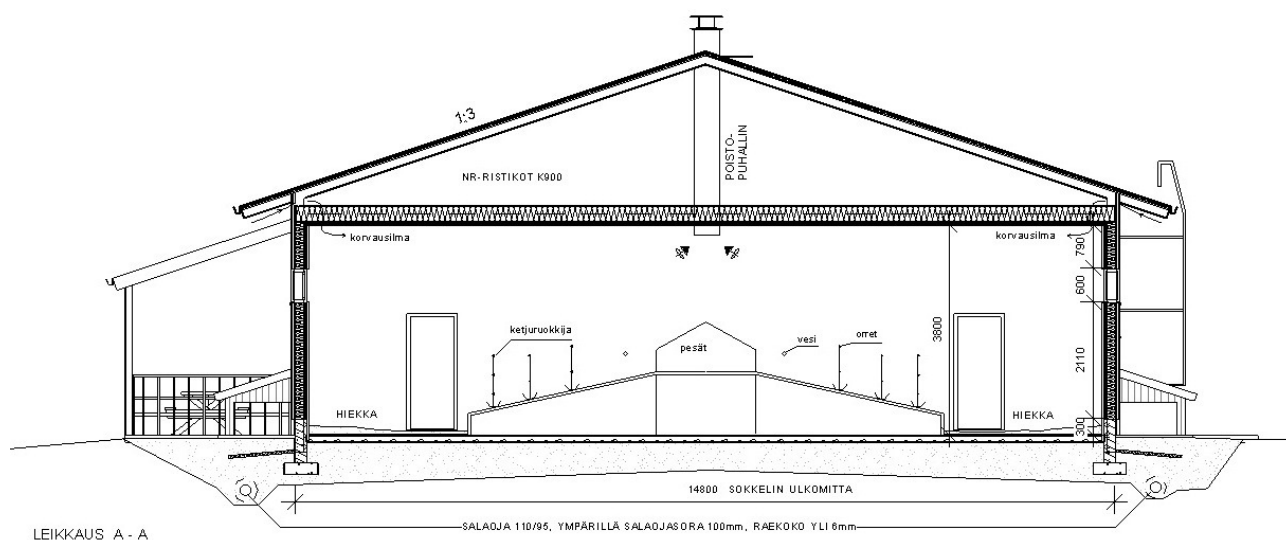
Julkisivu 2



Julkisivu 3

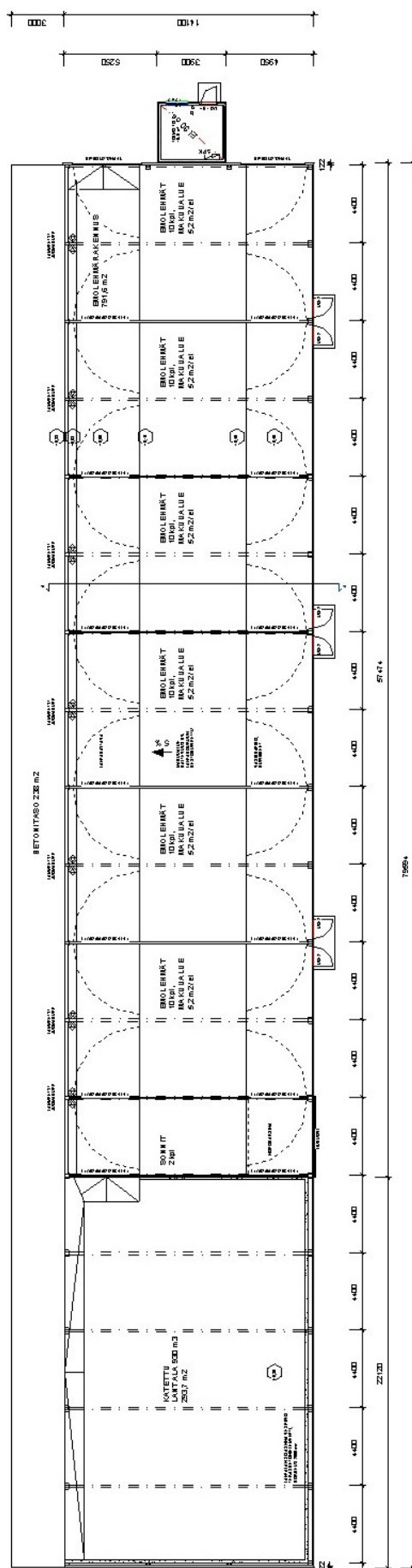


Julkisivu 4

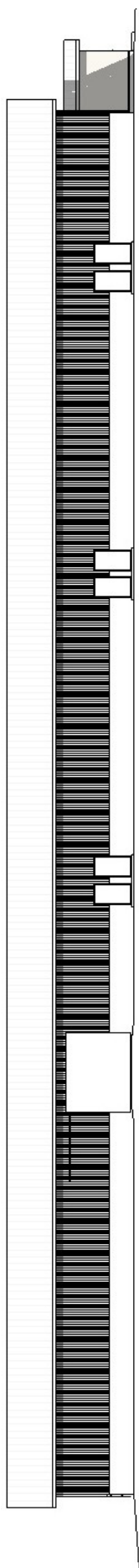


Leikkaus A-A

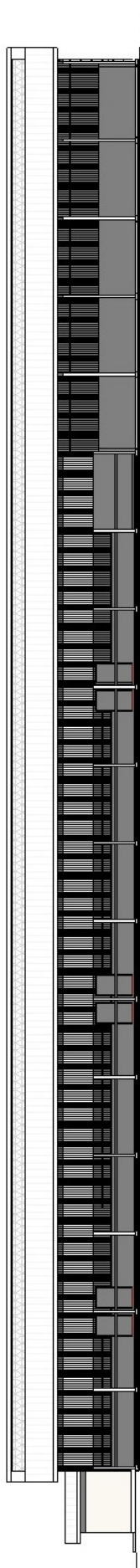
## LIITE 2



# Emolehmäkasvattamon pohjapiirros

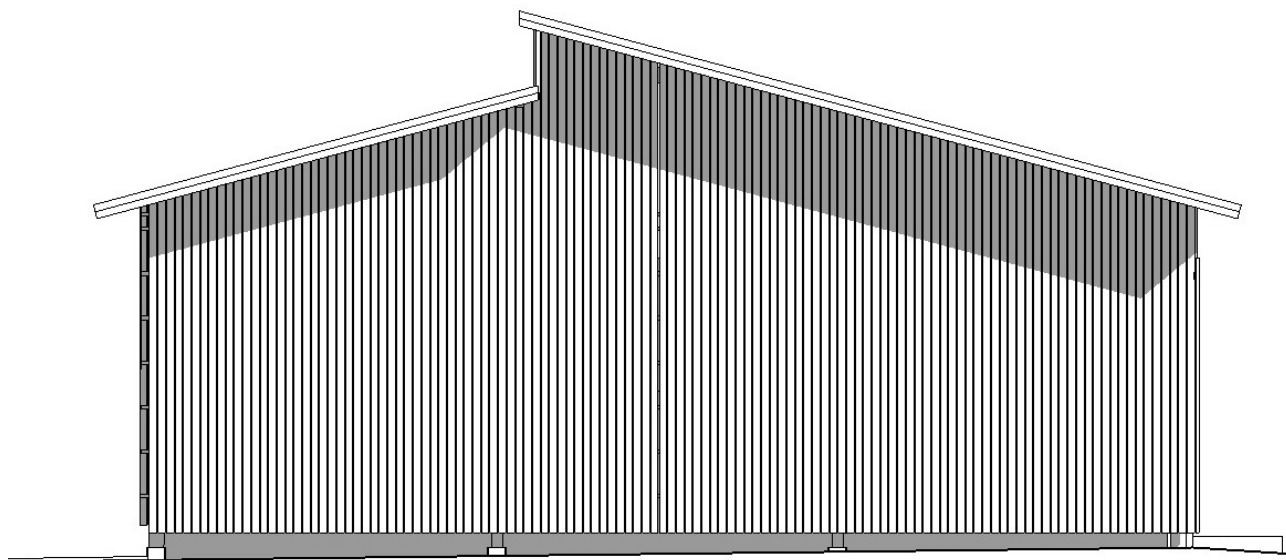


Julkisivu 1

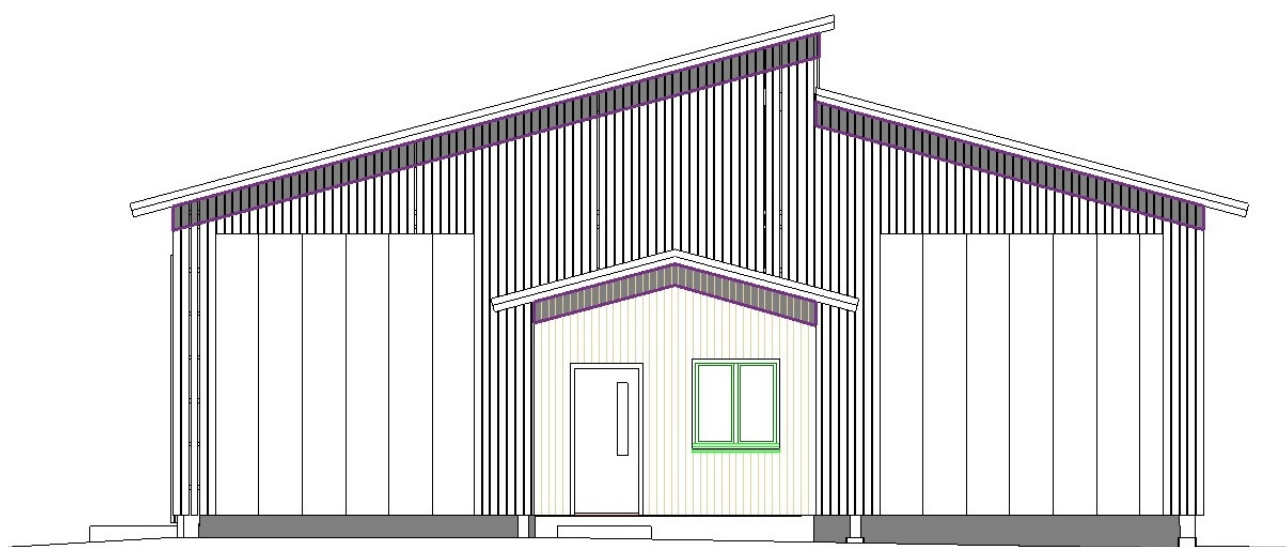


Julkisivu 2

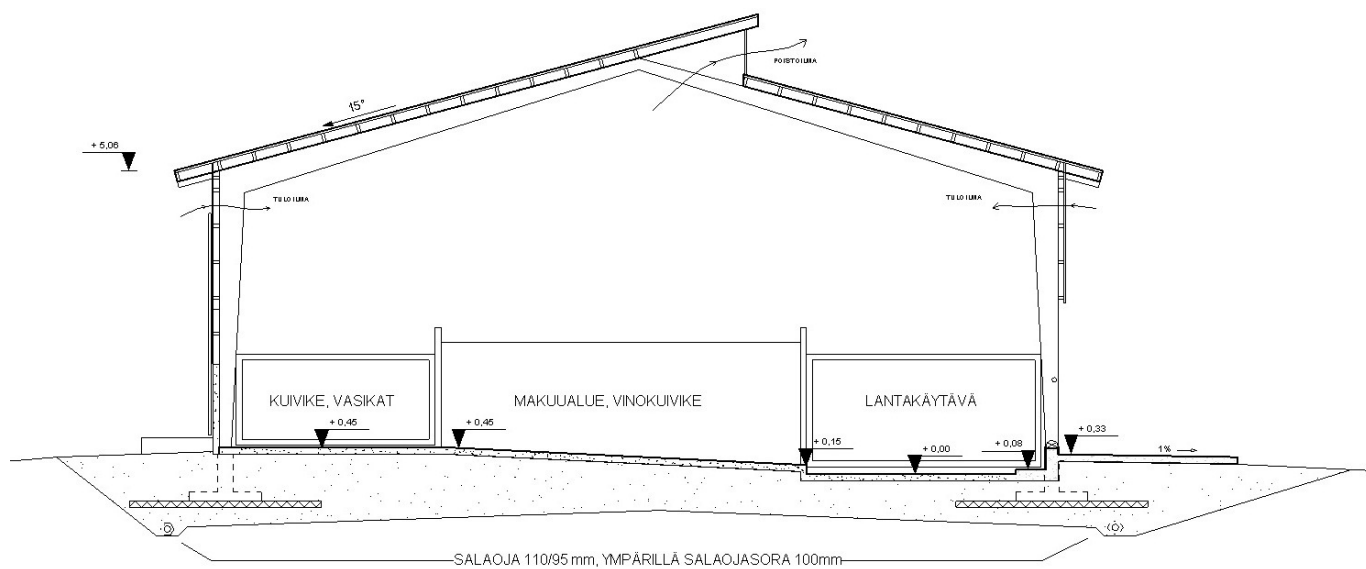




Julkisivu 3



Julkisivu 4



Leikkaus A-A